



ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

**ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ
ΤΙΜΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΘΗΝΑΣ-
ΠΕΙΡΑΙΑΣ: 1991-2002**

Σοφία -Ελένη Σπ. Μάζη

ΕΡΓΑΣΙΑ

Που υποβλήθηκε στο Τμήμα Στατιστικής
του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών
ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση

Μεταπτυχιακού Διπλώματος

Συμπληρωματικής Ειδίκευσης στη Στατιστική
Μερικής Παρακολούθησης (Part-time)

Αθήνα
Μάιος 2004

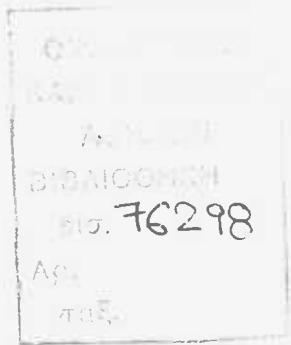


ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ



0 000000 521130

A standard barcode is positioned above a series of numbers. The numbers "0" and "521130" are printed at the ends of the barcode, while "0 000000" is placed between them.



ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

**ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ
ΤΙΜΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ
ΑΘΗΝΑΣ-ΠΕΙΡΑΙΑ: 1991-2002**

Σοφία-Ελένη Σπ. Μάζη

ΕΡΓΑΣΙΑ



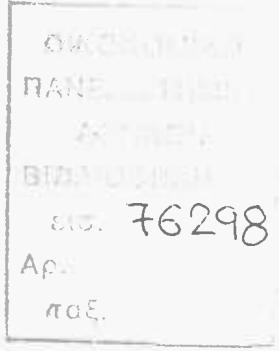
Που υποβλήθηκε στο Τμήμα Στατιστικής
του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών
ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση

Μεταπτυχιακού Διπλώματος

Συμπληρωματικής Ειδίκευσης στη Στατιστική
Μερικής Παρακολούθησης (Part-time)

Αθήνα
Μάρτιος 2004





ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

Εργασία που υποβλήθηκε ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Συμπληρωματικής Ειδίκευσης στη Στατιστική
Μερικής Παρακολούθησης (Part-time)

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΙΜΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΘΗΝΑΣ-ΠΕΙΡΑΙΑΣ: 1991-2002

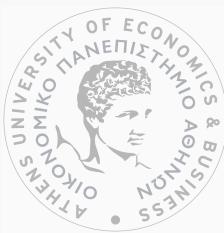
Σοφία -Ελένη Σπ. Μάζη

Υπεύθυνο μέλος ΔΕΠ:
Αλ. Λειβαδά
Επίκ. Καθηγήτρια



Ο Διευθυντής Μεταπτυχιακών Σπουδών

Μιχαήλ Ζαζάνης
Αναπληρωτής Καθηγητής



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά όλους τους διδάσκοντες του Μεταπτυχιακού Προγράμματος που συνέβαλαν ο καθένας ξεχωριστά στο να αγαπήσω ακόμα περισσότερο την επιστήμη της Στατιστικής και να εμβαθύνω περισσότερο στους τομείς εκείνους που διέγειραν το ενδιαφέρον μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στους Καθηγητές μου κ. Παναγιώτη Θ. Τζωρτζόπουλο και κα Αλεξάνδρα Λειβαδά για την καθοδήγηση και άριστη συνεργασία τους στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Ακόμη ευχαριστώ θερμά το προσωπικό του Τμήματος Ποιότητας Ατμόσφαιρας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων για την προθυμία και την ευγένεια με την οποία με εξυπηρέτησαν.

Τέλος ευχαριστώ τους γονείς μου για την αμέριστη ηθική και οικονομική τους συμπαράσταση σ' ολόκληρη τη ζωή μου.



ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Αποφοίτησα από το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών το 1997. Από το 1997 ως σήμερα εργάζομαι στην Τράπεζα Ελλάδος στη Διεύθυνση Διοικητικού στο Τμήμα Επιμόρφωσης Προσωπικού. Επιπλέον συμμετέχω σε διάφορα προγράμματα της W.W.F (Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση) με σκοπό τη διαφύλαξη του φυσικού μας πλούτου.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σοφία-Ελένη Μάζη

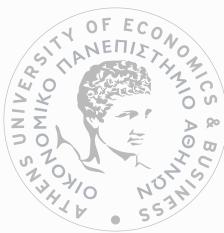
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΙΜΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑΣΠΕΙΡΑΙΑ: 1991-2002

Μάρτιος 2004

«Η ρύπανση σκοτώνει». Το γεγονός αυτό έχει διαπιστωθεί πέραν πάσης αμφιβολίας ήδη από το 1952, όταν ένα φονικό περιστατικό «νέφους» που διήρκεσε τέσσερις ημέρες, οδήγησε σε πρόωρο θάνατο 4.000 ανθρώπους στο Λονδίνο. Οι θάνατοι οφείλονταν σε ένα δηλητηριώδες κοκτέιλ σωματιδίων καπνού και διοξειδίου του θείου, απόρροια της έντονης βιομηχανικής δραστηριότητας και της καύσης του άνθρακα και του ντίζελ. Η μορφή αυτή «νέφους» ονομάστηκε «τύπου Λονδίνου» για να θυμίζει το τραγικό περιστατικό του 1952.

Στα χρόνια που πέρασαν είχαμε μια μετάλλαξη του νέφους. Η διαρκής επέκταση του αστικού χώρου, η ανάπτυξη της βιομηχανικής δραστηριότητας και κυρίως η έκρηξη του αριθμού των αυτοκινήτων που βρίσκονται σε κυκλοφορία έφερε νέους κυρίαρχους ρύπους στο προσκήνιο. Η συνειδητοποίηση των προβλημάτων έφερε σύντομα σοβαρή έρευνα του φαινομένου και, ως επακόλουθο, λύσεις. Η νομοθεσία έγινε πιο αυστηρή, τα όρια της επιτρεπόμενης ρύπανσης τέθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα, τα καύσιμα βελτιώθηκαν, η τεχνολογία των αυτοκινήτων γνώρισε σημαντικές βελτιώσεις με τους καταλυτικούς μετατροπείς να γίνονται εξάρτημα κάθε νέου οχήματος. Όλα καλά λοιπόν; Οι περιβαντολλόγοι και οι διάφορες οικολογικές οργανώσεις ισχυρίζονται πως όχι. Παρά τις αναμφισβήτητες βελτιώσεις που επήλθαν την τελευταία δεκαετία σε σχέση με τη δεκαετία του 80, το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης συνεχίζει να υφίσταται εξίσου σοβαρό και απειλητικό.

Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται αρχικά οι κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι, τα αίτια και οι πηγές τους, οι επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου καθώς και τα μέτρα που λαμβάνει η πολιτεία για την αντιμετώπισή τους. Ακολουθεί σύντομη περιγραφή του δικτύου των σταθμών μέτρησης των ρύπων του Υπουργείου ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ καθώς και ανάλυση του τρόπου λειτουργία αυτών.



Εν συνεχεία στη μελέτη μας παρουσιάζουμε **τα περιγραφικά μέτρα** πέντε ρύπων (μονοξειδίου του άνθρακα, μονοξειδίου του αζώτου, διοξειδίου του αζώτου, διοξειδίου του θείου, όζοντος) σε διάφορες περιοχές της Αθήνας και του Πειραιά στη διάρκεια των ετών 2000-2001 προκειμένου να αποκτήσουμε μία πρώτη εικόνα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης τα τελευταία χρόνια και ολοκληρώνουμε την αρχική μας περιγραφή βρίσκοντας τη **μακροχρόνια τάση και εποχικότητα** των ρύπων του μονοξειδίου του άνθρακα (CO), διοξειδίου του αζώτου (NO_2) και όζοντος (O_3) στην περιοχή Πατησίων κατά τη διάρκεια των ετών 1991-2002 προκειμένου να διαπιστώσουμε την αποτελεσματικότητα των μέτρων που λαμβάνει η πολιτεία για τη μείωση του νέφους.

ABSTRACT

Sofia-Eleni Mazi

STATISTICAL ANALYSIS OF THE VALUES OF ATMOSPHERIC POLLUTION:1991-2002

March 2004

In the present work initially we present the basic elements of atmospheric pollution, their source, the effects that they have on people's health as well as the measures the state should take to deal with them. Following this presentation we have a brief description of the network of the stations responsible for the measuring of these elements of atmospheric pollution by the Ministry (Y.PE.HO.DE) as well as an analysis of the way that these stations function.

Afterwards, the study is focused on the description of the monthly rates of five different pollution elements (carbon monoxide, Nitrogen monoxide, Nitrogen dioxide, sulphur dioxide, ozone) in different areas of Athens and Piraeus during a period of two years (2000-2001) with the aim of acquiring a first impression of the situation of atmospheric pollution during the last few years and we substantiate our original description by finding the long-lasting trend and seasonality of the different pollution elements (CO, NO₂, O₃) so that we can be in a position to ascertain whether the measures that the state takes had the desirable results.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΣΕΛΙΔΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ-ΟΙ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΟΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

1.1 Ορισμός ατμοσφαιρικής ρύπανσης.....	1
1.2 Βασικότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι.....	2
1.2.1 Ρύποι υπεύθυνοι για τη μείωση του ατμοσφαιρικού όζοντος....	5
1.2.2 Αέρια του θερμοκηπίου.....	5
1.3 Ατμοσφαιρική ρύπανση και υγεία.....	6
1.3.1 Πληθυσμοί σε κίνδυνο	6
1.4 Τι μέτρα λαμβάνει η πολιτεία για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.....	7
1.5 Δίκτυο σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης.....	9
1.5.1 Σταθμοί μέτρησης.....	9
1.5.2 Μέθοδοι μετρήσεως ατμοσφαιρικών ρύπων.....	11
1.5.3 Βαθμονόμηση αυτομάτων οργάνων.....	12
1.6 Χαρακτηρισμός επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης.....	13
1.6.1 Όρια εκτάκτων μέτρων.....	14
1.6.2 Επεισόδια ρύπανσης.....	15
1.7 Εθνικά όρια ποιότητας ατμόσφαιρας και στόχους ΠΟΥ.....	16
1.8 Ατμοσφαιρική ρύπανση στην Αθήνα.....	19
1.9 Πηγές νέφους στην Αθήνα.....	19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

2.1 Περιγραφικά μέτρα	21
2.2 Πολλαπλή παλινδρόμηση και ερμηνεία του πίνακα πολλαπλής παλινδρόμησης	22
2.2.1 Εκτίμηση παραμέτρων	22
2.3 Ανάλυση χρονολογικών σειρών	25
2.3.1 Ορισμός και ειδή χρονολογικών σειρών	25
2.3.2 Συνιστώσες χρονολογικής σειράς	27
2.3.3. Αναγνώριση του Υπαινισσόμενου Προτύπου Συμπεριφοράς των χρονοσειρών: κλασσική ανάλυση –classical decomposition	30
2.3.3.1 Σύνδεση των συνιστώσων των χρονοσειρών	30
2.3.4 Περιγραφή της τάσης στην ανάλυση χρονοσειρών	33
2.3.5 Μέθοδος κινητών μέσων όρων	38
2.3.5.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΡΥΠΩΝ ΑΘΗΝΑΣ-ΠΕΙΡΑΙΑ (2000-2001)

3.1 Μέσες μηνιαίες τιμές ρύπων	41
3.2 Σύγκριση μέσων ετήσιων τιμών ρύπων	60
3.3 Συμπεράσματα	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΠΟΧΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ (1991-2002)	
4.1 Τάση και εποχικότητα των ρύπων O ₃ , CO & NO ₂ στην περιοχή Πατησίων (1991-2002).....	69
4.1.1 Τάση και εποχικότητα του όζοντος (O ₃).....	69
4.1.2 Τάση και εποχικότητα του μονοξειδίου του άνθρακα (CO)....	75
4.1.3 Τάση και εποχικότητα του διοξειδίου του αζώτου (NO ₂)....	80
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	85
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	89
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	113

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

	<u>ΣΕΛΙΔΑ</u>
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: Θέσεις και χαρακτηρισμός θέσεων μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης και μετρούμενοι ρύποι ανά σταθμό	10
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2: Μετρούμενοι ρύποι και μέθοδοι μέτρησης	12
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3: Τιμές για το χαρακτηρισμό των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης	13
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4: Όρια εκτάκτων μέτρων	14
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Μέσες μηνιαίες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα (2000-2001)	41
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: Μέσες μηνιαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου (2000-01)	45
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3: Μέσες μηνιαίες τιμές μονοξειδίου του αζώτου (2000-01)	49
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4: Μέσες μηνιαίες τιμές όζοντος (2000-01)	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5: Μέσες μηνιαίες τιμές διοξειδίου του θείου (2000-01)	57
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6: Μέσες ετήσιες τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7: Μέσες ετήσιες τιμές μονοξειδίου του αζώτου	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.8: Μέσες ετήσιες τιμές διοξειδίου του αζώτου	63
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.9: Μέσες ετήσιες τιμές διοξειδίου του θείου	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.10: Μέσες ετήσιες τιμές του όζοντος	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Περιγραφικά μέτρα του όζοντος (1991-2002)	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: Δείκτες εποχικότητας του όζοντος	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: Περιγραφικά μέτρα του μονοξειδίου του άνθρακα (1991-2002)	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4: Δείκτες εποχικότητας μονοξειδίου του άνθρακα	77
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5: Περιγραφικά μέτρα του διοξειδίου του αζώτου	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6: Δείκτες εποχικότητας του διοξειδίου του αζώτου	83

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

	<u>ΣΕΛΙΔΑ</u>
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1	42
Δημιαίες τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα -Λυκόβρυση (2000-2001)	42
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.2	43
Δημιαίες τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα -Ν. Σμύρνη	43
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.3	43
Δημιαίες τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα -Πατησίων	43
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.4	44
Δημιαίες τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα - Πειραιά	44
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5	44
Δημιαίες τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα - Περιστερίου	44
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.6	46
Δημιαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου - Ν. Σμύρνη	46
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.7	46
Δημιαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου- Λυκόβρυσης	46
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.8	47
Δημιαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου- Πατησίων	47
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.9	47
Δημιαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου- Πειραιά	47
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.10	48
Δημιαίες τιμές του μονοξειδίου του αζώτου- Περιστερίου	48
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.11	50
Δημιαίες τιμές του μονοξειδίου του αζώτου – Λυκόβρυση	50
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.12	50
Δημιαίες τιμές του μονοξειδίου του αζώτου – Ν. Σμύρνη	50
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.13	51
Δημιαίες τιμές του μονοξειδίου του αζώτου - Πατησίων	51
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.14	51
Δημιαίες τιμές του μονοξειδίου του αζώτου - Πειραιά	51
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.15	52
Δημιαίες τιμές του μονοξειδίου του αζώτου - Περιστερίου	52
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.16	54
Δημιαίες τιμές του όζοντος - Λυκόβρυση	54
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.17	54
Δημιαίες τιμές του όζοντος – Ν. Σμύρνη	54
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.18	55
Δημιαίες τιμές του όζοντος – Πατησίων	55
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.19	55
Δημιαίες τιμές του όζοντος - Πειραιά	55
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.20	56
Δημιαίες τιμές του όζοντος - Περιστερίου	56
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.21	58
Δημιαίες τιμές του διοξειδίου του θείου – Ν. Σμύρνης	58
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.22	58
Δημιαίες τιμές του διοξειδίου του θείου – Πατησίων	58
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.23	59
Δημιαίες τιμές του διοξειδίου του θείου – Πειραιά	59
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.24	59
Δημιαίες τιμές του διοξειδίου του θείου - Περιστερίου	59
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.25	61
Μέσες ετήσιες τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα (2000-01)	61
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.26	62
Μέσες ετήσιες τιμές του μονοξειδίου του αζώτου (2000-01)	62
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.27	64
Μέσες ετήσιες τιμές του διοξειδίου του αζώτου (2000-01)	64
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.28	65
Μέσες ετήσιες τιμές διοξειδίου του θείου (2000)	65
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.29	66
Μέσες ετήσιες τιμές όζοντος (2000-01)	66
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1	70
Χρονολογική σειρά των αρχικών μετρήσεων των τιμών του όζοντος (1991-2002)	70
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2	71
Τιμές κινητού μέσου για το ρύπο του όζοντος	71
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3	72
Χρονολογική σειρά των τιμών του όζοντος χωρίς τάση	72
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.4	73
Δείκτες εποχικότητας του όζοντος	73
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5	74
Χρονολογική σειρά όζοντος χωρίς εποχικότητα	74
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.6	74
Χρονολογική σειρά των αρχικών μετρήσεων των τιμών του μονοξειδίου του άνθρακα (1991-2002)	75
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.7	75
Τιμές κινητού μέσου για το μονοξειδίο του άνθρακα	76
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.8	76
Χρονολογική σειρά των τιμών του μονοξειδίου του άνθρακα χωρίς τάση	76
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.9	76
Δείκτες εποχικότητας του μονοξειδίου του άνθρακα	78
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.10	78
Χρονολογική σειρά μονοξειδίου του άνθρακα χωρίς εποχικότητα	79
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.11	79



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.12	Χρονολογική σειρά του μονοξειδίου του άνθρακα χωρίς τάση και εποχικότητα	79
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.13	Χρονολογική σειρά των αρχικών μετρήσεων των τιμών του διοξειδίου του αζώτου (1991-2002)	80
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.14	Τιμές κινητού μέσου του διοξειδίου του αζώτου	81
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.15	Χρονολογική σειρά των τιμών του διοξειδίου του αζώτου χωρίς τάση	81
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.16	Δείκτες εποχικότητας διοξειδίου του αζώτου	82
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.17	Χρονολογική σειρά του διοξειδίου του αζώτου χωρίς εποχικότητα	83
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.18	Χρονολογική σειρά των τιμών του διοξειδίου του αζώτου χωρίς τάση και εποχικότητα	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ – ΟΙ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΟΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

1.1 Ορισμός Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

Ατμοσφαιρική Ρύπανση καλείται η παρουσία στην ατμόσφαιρα ρύπων δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για της επιθυμητές χρήσεις του. Κάτω από ορισμένες συνθήκες η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να φτάσει σε επίπεδα που μπορεί να δημιουργήσουν ανεπιθύμητες συνθήκες διαβίωσης. Σε αυτήν την περίπτωση έχει επικρατήσει να λέγεται ότι έχουμε **Νέφος**. Το Νέφος παρουσιάζει δύο μορφές:

Νέφος Καπνομίχλης: Σχηματίζεται όταν έχουμε υψηλή συγκέντρωση ρύπων, όπως διοξείδιο του θείου και αιωρούμενα σωματίδια, σε συνδυασμό με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία και μεγάλη σχετική υγρασία

Φωτοχημικό Νέφος: Παρουσιάζεται όταν έχουμε υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλη ηλιοφάνεια, μικρή σχετικά υγρασία και υψηλή συγκέντρωση οξειδίων του αζώτου, υδρογονανθράκων, μονοξειδίου του άνθρακα και δευτερογενών προϊόντων τους.

1.2 Βασικότεροι Ατμοσφαιρικοί ρύποι

Oζον (O₃)

Αέριο, άχρωμο, το κύριο συστατικό του φωτοχημικού νέφους στην επιφάνεια της γης. Στην ανώτερη ατμόσφαιρα ωστόσο το οζόν έχει ευεργετικό ρόλο προστατεύοντας **από τις βλαβερές ακτίνες του ήλιου.**

Πηγές: Το οζόν σχηματίζεται στη κατώτερη ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων μεταξύ του οξυγόνου, πτητικών οργανικών ενώσεων και οξειδίων του αζώτου με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας και κυρίως όταν έχουμε καλό, ζεστό καιρό. Πηγές αυτών των βλαβερών ρύπων είναι τα οχήματα, εργοστάσια, χωματερές, χημικά διαλυτικά και πολλές μικρές πηγές όπως βενζινάδικα, αγροτικός εξοπλισμός, κλπ.

Επιδράσεις: Το οζόν σε μεγάλες συγκεντρώσεις προκαλεί σημαντικά προβλήματα στην υγεία και το περιβάλλον που ζούμε. Προκαλεί ερεθισμό στην αναπνευστική οδό, διαταραχή της αναπνευστικής λειτουργίας, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό, πόνο στο στήθος, βήχα, άσθμα, φλεγμονή στους πνεύμονες, και πιθανή επιδεκτικότητα σε μολύνσεις του αναπνευστικού. Το οζόν είναι επίσης ο ρύπος με τις δυσμενέστερες επιδράσεις στα φυτά, μειώνει την παραγωγή στις αγροτικές καλλιέργειες και προκαλεί ζημιά στη δασική βλάστηση.

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Αέριο, άσμο και άχρωμο, εκπέμπεται από τις εξατμίσεις των μηχανών των αυτοκινήτων και πάσης φύσεως μηχανών όταν συντελείται ατελής καύση της καύσιμης ύλης.

Πηγές: Κυρίως τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Υψηλές συγκεντρώσεις του μπορούν να βρεθούν σε κλειστά μέρη όπως χώροι στάθμευσης (γκαράζ), ελλιπώς

αεριζόμενες υπόγειες διαβάσεις, ή κατά μήκος των δρόμων σε περιόδους κυκλοφοριακής αιχμής.

Επιδράσεις: Μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο σε βασικούς ιστούς του οργανισμού, επιδρώντας κυρίως στο καρδιοαγγειακό και νευρικό σύστημα. Χαμηλές συγκεντρώσεις του επηρεάζουν δυσμενώς άτομα με καρδιακά προβλήματα και μειώνουν τις σωματικές επιδόσεις νεαρών και υγιών ατόμων. Υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλούν συμπτώματα όπως ζαλάδα, πονοκεφάλους και κόπωση.

Διοξείδιο του αζώτου (NO₂)

Είναι αέριο με καφέ χρώμα και ιδιάζουνσα οσμή. Σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι υπεύθυνο για την καφέ όψη του αστικού ουρανού.

Πηγές: Η χρήση καυσίμων κυρίως σε αυτοκίνητα αλλά και σε βιομηχανικούς καυστήρες ή σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής παράγει μονοξείδιο του αζώτου. Αυτό με διάφορες χημικές αντιδράσεις που ενισχύονται με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου.

Επιδράσεις: Ο κύριος ρύπος του νέφους και της όξινης βροχής. Σε υψηλές συγκεντρώσεις βλάπτει ανθρώπους και βλάστηση. Στα παιδιά μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικές ασθένειες. Στους ασθματικούς προκαλεί δυσκολία στην αναπνοή.

Διοξείδιο του θείου (SO₂)

Αχρωμο, αέριο, άοσμο σε χαμηλές συγκεντρώσεις αλλά με έντονη ερεθιστική μυρωδιά σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις.

Πηγές: Εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, βιομηχανικές μονάδες (ιδίως χημικές και χαρτοβιομηχανίες), κεντρικές θερμάνσεις, διυλιστήρια πετρελαίου.

Επιδράσεις: Βασικός ρύπος του νέφους, επηρεάζει άτομα με αναπνευστικά προβλήματα και προκαλεί αλλοιώσεις σε βλάστηση και μέταλλα. Μειώνει την ορατότητα και αυξάνει την οξύτητα των λιμνών και ποταμών.

Μόλυβδος, (Pb)

Ο μόλυβδος και οι ενώσεις του μπορούν να επηρεάσουν δυσμενώς την ανθρώπινη υγεία με απευθείας εισπνοή ή μέσω της κατάποσής τους με τη μορφή επιβαρημένου με μόλυβδο εδάφους, σκόνης, βαφών, κλπ. Αυτό είναι πολύ επικίνδυνο ιδίως για τα μικρά παιδιά που η συνήθειά τους να βάζουν το χέρι τους στο στόμα συντελεί σε μεγαλύτερη λήψη δόσης μολύβδου από το έδαφος και τη σκόνη.

Πηγές: Μεταφορές, πηγές που κάνουν χρήση καυσίμων με μόλυβδο, χρήση γαιανθράκων, βαριές βιομηχανίες, χυτήρια, εργοστάσια μπαταριών, καύση απορριμάτων.

Επιδράσεις: Υψηλά ποσοστά μολύβδου μπορούν να επηρεάσουν δυσμενώς την πνευματική ανάπτυξη και δραστηριότητα, τη λειτουργία των νεφρών, και τη χημεία του αίματος. Τα νεαρά άτομα διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο εξαιτίας της μεγαλύτερης ευαισθησίας των νεανικών ιστών και οργάνων στο μόλυβδο.

Toξικοί αιωρούμενοι ρύποι

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν ρύποι όπως το **αρσενικό**, ο **αμίαντος** και το **βενζόλιο**.

Πηγές: Χημικές βιομηχανίες, βιομηχανικές δραστηριότητες, εκπομπές από τα καύσιμα και τις μηχανές των οχημάτων και από ορισμένα οικοδομικά υλικά.

Επιδράσεις: Προκαλούν καρκίνο, αναπνευστικά προβλήματα, γενετικές ανωμαλίες, στείρωση και άλλα σοβαρά προβλήματα υγείας. Μερικά μπορούν να προκαλέσουν ακόμα και το θάνατο ή σοβαρές κακώσεις αν από ατύχημα απελευθερωθούν στο περιβάλλον σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

1.2.1 Ρύποι υπεύθυνοι για την μείωση του ατμοσφαιρικού όζοντος

Χημικά όπως οι χλωροφθορισμένοι υδρογονάνθρακες, τετραχλωριούχος άνθρακας, μεθυλικό χλωροφόρμιο που χρησιμοποιούνται ως ψυκτικές ουσίες και σε διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες. Αυτές οι ενώσεις αιωρούνται στον αέρα για μεγάλο χρονικό διάστημα και σιγά σιγά συγκεντρώνονται στην ανώτερη ατμόσφαιρα όπου και καταστρέφουν το προστατευτικό μανδύα του όζοντος που συγκρατεί τη βλαβερή υπεριώδη (UV) ακτινοβολία να μην φθάσει στην επιφάνεια της Γης.

Πηγές: Βιομηχανική και οικιακή ψύξη, καθαριστήρια, συσκευές κλιματισμού στο σπίτι και το αυτοκίνητο, μερικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατάσβεση πυρκαγιών, και προιόντα από αφρώδες πλαστικό.

Επιδράσεις: Αυξημένη έκθεση στην UV ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του δέρματος, καταρράκτη στους οφθαλμούς, εξασθένιση του ανθρώπινου ανοσοποιητικού συστήματος, και άλλες δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις.

1.2.2 Αέρια του θερμοκηπίου

Αέρια που συγκεντρώνονται στην ατμόσφαιρα και μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στις παγκόσμιες κλιματολογικές συνθήκες, ή όπως αλλιώς λέγεται το «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Τέτοια αέρια είναι το **διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και τα οξείδια του αζώτου**.

Πηγές: Η κύρια ανθρωπογενής πηγή των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα είναι η κατανάλωση των καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας θέρμανσης-ψύξης και τις μεταφορές. Το μεθάνιο προέρχεται από τις χωματερές, τα μηρυκαστικά ζώα, τα ανθρακωρυχεία, τους ορυζώνες. Τα οξείδια του αζώτου από βιομηχανικές δραστηριότητες όπως η παραγωγή του νάιλον.

Επιδράσεις: Η επέκταση των επιδράσεων των κλιματολογικών αλλαγών στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον δεν είναι πλήρως γνωστή, αλλά μερικές συνέπειες που αρχίζουν να διαφαίνονται είναι: αύξηση της θερμοκρασίας

πλανήτη, αύξηση της συχνότητας και της σφοδρότητας των καταιγίδων και άλλων ακραίων φαινομένων, λιωσιμό των πολικών πάγων, αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας.

1.3. Ατμοσφαιρική ρύπανση και υγεία

Οι άμεσες επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία είναι γνωστές από δεκαετίες, αλλά θεωρείτο ότι αφορούσαν κυρίως περιπτώσεις όπου η ρύπανση είναι πάρα πολύ υψηλή, σε επίπεδα πέραν δηλαδή αυτών που συνήθως καταγράφονται στους σταθμούς μέτρησης στην Αθήνα και τις άλλες πόλεις. Ωστόσο, επιδημιολογικές μελέτες κυρίως της τελευταίας δεκαετίας, έδειξαν ότι ακόμα και τα χαμηλότερα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης έχουν άμεσες επιδράσεις στην υγεία, συμπεριλαμβανομένης και αύξησης της θνητιμότητας. Οι σημαντικότερες επιπτώσεις στην υγεία συνοψίζονται παρακάτω:

- Αύξηση των κρουσμάτων των αναπνευστικών και καρδιαγγειακών παθήσεων και επιδείνωση των ήδη πασχόντων απ' αυτές
- Μείωση της αναπνευστικής ικανότητας των πνευμόνων
- Βλάβες στις αναπνευστικές διόδους και τους πνεύμονες
- Επιβάρυνση της λειτουργίας του καρδιαγγειακού συστήματος, λόγω του εξαναγκασμού της καρδιάς και των πνευμόνων να λειτουργούν εντατικότερα
- Ερεθισμοί των οφθαλμών και του δέρματος
- Πονοκέφαλοι, ίλιγγοι, ζαλάδες
- Νευρολογικές διαταραχές, δυσφορία
- Συνεισφορά στην ανάπτυξη ασθενειών όπως το άσθμα, η βρογχίτης, το εμφύσημα και διάφορες μορφές καρκίνου.

1.3.1 Πληθυσμοί σε κίνδυνο

Ενώ η λογική των ορίων μιλά πάντα με μέσους όρους και αναφέρεται σε κάποιον ιδεατό, πλην όμως ανύπαρκτο μέσο άνθρωπο, η πραγματικότητα είναι διαφορετική. Αρκετές ομάδες πληθυσμού είναι πιο ευάλωτες στη ρύπανση,

κάποιες κινδυνεύουν άμεσα ακόμα και από σχετικά χαμηλά επίπεδα ρύπανσης.
Οι πιο ευάλωτοι πληθυσμοί είναι:

- Παιδιά της προεφηβικής ηλικίας
- Άτομα με άσθμα
- Άτομα που πάσχουν ήδη από ασθένειες του αναπνευστικού
- Άτομα με καρδιαγγειακές παθήσεις
- Ήλικιωμένοι (κυρίως όσοι είναι άνω των 65 ετών)
- Έγκυες και τα έμβρυα τους.

1.4. Τι μέτρα λαμβάνει η Πολιτεία για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Οι σημαντικότερες επεμβάσεις και μέτρα που λήφθηκαν κατά την διάρκεια των 20 περίπου χρόνων που λειτουργούν οι Υπηρεσίες Περιβάλλοντος αφορούν:

Βιομηχανία

1. Τροποποίηση των αδειών λειτουργίας 120 περίπου βιομηχανιών της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας με νέους περιβαλλοντικούς όρους.
2. Έλεγχο των μεγάλων βιομηχανιών με κινητό εργαστήριο μέτρησης αερίων βιομηχανικών εγκαταστάσεων.
3. Υποχρέωση υποβολής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων για ίδρυση, επέκταση, εκσυγχρονισμό και ανανέωση άδειας λειτουργίας βιομηχανικών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων.
4. Παροχή οικονομικών κινήτρων στην βιομηχανία για έργα αντιρρύπανσης
5. Χρήση μαζούτ με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο (0,7%) στην περιοχή Αττικής
6. Ελέγχους στη βιομηχανία

Κεντρική θέρμανση

1. Νομοθετήθηκαν οι όροι λειτουργίας και τα όρια εκπομπών για τις σταθερές εστίες καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού για τη σωστή λειτουργία των λεβητοστασίων.
2. Εκστρατεία ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του πολίτη για τα οφέλη που προκύπτουν από τη σωστή λειτουργία των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης.
3. Νομοθετήθηκαν όρια εκπομπών για την καλή λειτουργία των αρτοποιείων και έγινε αλλαγή στο χρησιμοποιούμενο καύσιμο από μαζούτ σε πετρέλαιο ντίζελ.

Βελτίωση της ποιότητας των καυσίμων

1. Με στόχο τη μείωση του Μολύβδου στην ατμόσφαιρα η περιεκτικότητα της μολυβδομένης βενζίνης έγινε 0,15 gr/lit.
2. Μείωση της περιεκτικότητας σε θείο στο μαζούτ που χρησιμοποιείται στο λεκανοπέδιο Αθηνών.(0,7 κ.β)
3. Μείωση της περιεκτικότητας σε θείο στο πετρέλαιο ντίζελ σε ολόκληρη τη χώρα (0,2).
4. Διαχωρισμό του ντίζελ σε δύο τύπους κίνησης –θέρμανσης με σκοπό τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
5. Παραγωγή βενζίνης χωρίς μόλυβδο που διατίθεται από επαρκή αριθμό πρατηρίων σε όλη τη χώρα.
6. Έλεγχο τήρησης των προδιαγραφών όλων των τύπων καυσίμων με δειγματοληψίες και εργαστηριακές αναλύσεις που καλύπτει διάθεση, διακίνηση, εμπορία και χρήση.
7. Μείωση της περιεκτικότητας της βενζίνης σε βενζόλιο.

Αυτοκίνητα

1. Προώθηση «καθαρών» αυτοκινήτων (αντιρρυπαντικής τεχνολογίας).
2. Αντικατάσταση πετρελαιοκίνητων ΤΑΞΙ
3. Έλεγχο οχημάτων από τα Κέντρα Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων (ΚΤΕΟ)
4. Καθιέρωση περιοδικού τεχνικού ελέγχου οδικών οχημάτων

5. Έλεγχο των εκπομπών καυσαερίων των οχημάτων στο δρόμο.
6. Εφαρμογή της κάρτας ελέγχου καυσαερίων για όλα τα οχήματα.

Λειτουργία της πόλης

1. Κατασκευή ανισόπεδων κόμβων, διαπλατύνσεις οδών.
2. Καθιέρωση λεωφορειόδρομων για τη διευκόλυνση της κυκλοφορίας των μαζικών μέσων μεταφοράς
3. Μέτρα περιορισμού της κυκλοφορίας των οχημάτων στο κέντρο της Αθήνας (μικρός δακτύλιος)
4. Αναβάθμιση του Εμπορικού Τριγώνου της Αθήνας (πεζοδρομήσεις, απαγόρευση κυκλοφορίας οχημάτων κτλ.)
5. Κατασκευή χώρων στάθμευσης. Έλεγχος της στάθμευσης στο κέντρο και σε βασικούς δρόμους. Εγκατάσταση αυτόματου συστήματος σηματοδότησης.
6. Κατασκευή METRO
7. Ανανέωση στόλου αστικών λεωφορείων
8. Μετακίνηση των περισσότερων αφετηριών αστικών λεωφορείων εκτός πόλης.
9. Εφαρμογή κλιμακωτού ωραρίου στην έναρξη λειτουργίας των διαφόρων αστικών δραστηριοτήτων.

1.5 Δίκτυο Σταθμών Μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Το *Τμήμα Ποιότητας της Ατμόσφαιρας* που ανήκει στη Διεύθυνση Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και θορύβου (ΕΑΡΠ) του ΥΠΕΧΩΔΕ είναι υπεύθυνο για τη λειτουργία του δικτύου μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της περιοχής Αθηνών.

1.5.1. Σταθμοί μέτρησης

Οι σταθμοί μέτρησης που διαθέτει το Υπουργείο για τη μέτρηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο λεκανοπέδιο της Αθήνας και του Πειραιά είναι οι ακόλουθοι συμπεριλαμβανομένων και των επτά νέων των οποίων η λειτουργία

ξεκίνησε το έτος 2001 παράλληλα με τους δέκα αυτόματους που ήδη λειτουργούσαν από τα προηγούμενα χρόνια.

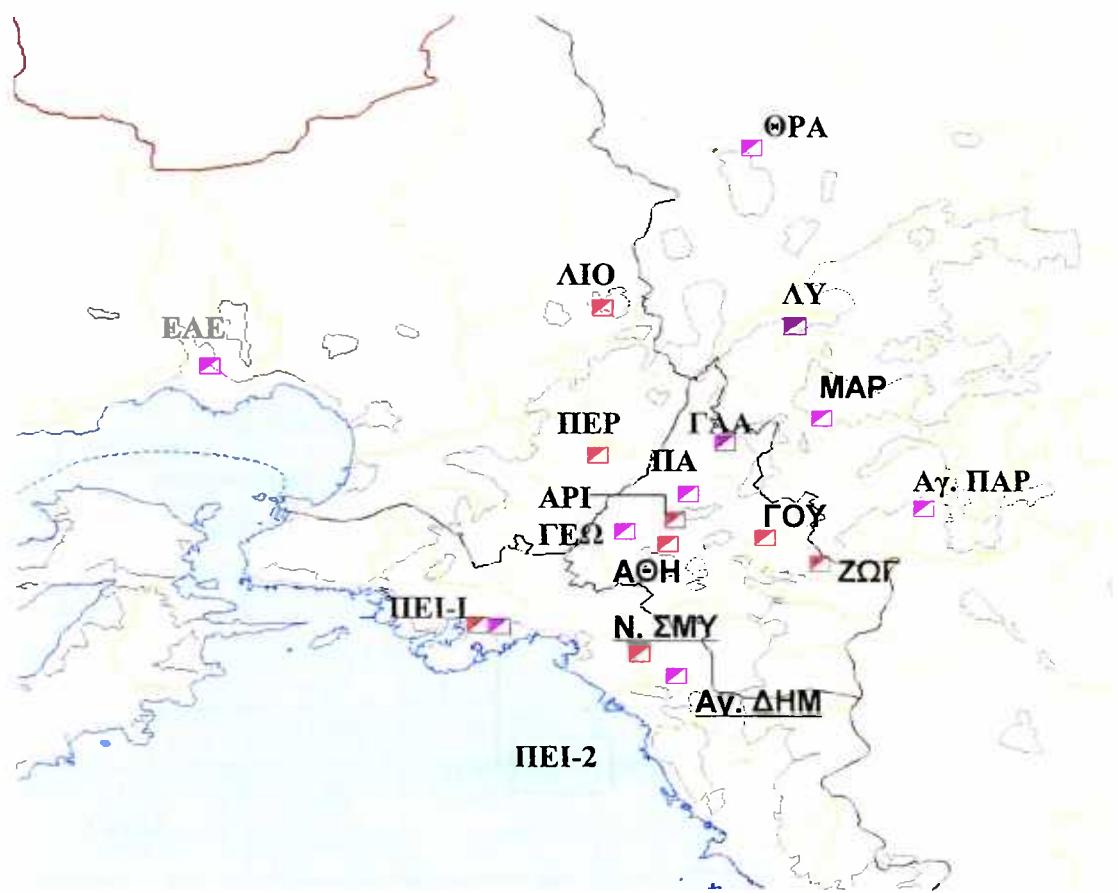
Πίνακας 1.1. Θέσεις και χαρακτηρισμός θέσεων μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης και μετρούμενοι ρύποι ανά σταθμό

α/σ	Σταθμοί	Μετρούμενοι ρύποι									
		v	Διαθέσιμες τιμές								
	Θέση	Χαρακτηρισμός	SO ₂	Nox (NO+ NO ₂)	CO	O ₃	PM ₁₀	TSP	BTX	BS	
1	Αθηνάς	Κυκλοφορίας Αστικός	v	v	v	v					v
2	Αριστοτέλους	Κυκλοφορίας Αστικός	v	v				v			v
3	Γεωπονική	Περιαστικός Βιομηχανικός	v	v	v	v					
4	Λιόσια	Υποβάθρου περιαστικός	v	v		v					
5	Λυκόβρυση	Περιαστικός		v	v	v	v	v	v		
6	Μαρούσι	Κυκλοφορίας Αστικός	v	v	v	v	v				
7	Νέα Σμύρνη	Αστικός Υποβάθρου	v	v	v	v					
8	Πατησίων	Κυκλοφορίας Αστικός	v	v	v	v				v	v
9	Πειραιάς – ΠΕΙ-1	Κυκλοφορίας Αστικός	v	v	v	v	v	v	v		
10	Περιστέρι	Αστικός Υποβάθρου	v	v	v	v					
11	Αγ. Δημήτριος	Αστικός Υποβάθρου	v	v							
12	Αγ. Παρασκευή	Υποβάθρου περιαστικός	v	v		v	v	v	v		
13	Γαλάτσι	Υποβάθρου Αστικός	v	v	v						
14	Γουδί	Κυκλοφορίας Αστικός		v		v					
15	Ελευσίνα	Περιαστικός Βιομηχανικός	v	v	v						
16	Ζωγράφου	Περιαστικός Υποβάθρου	v	v	v	v	v	v			
17	Θρακομακεδόνες	Υποβάθρου περιαστικός		v	v	v					
18	Πανεπιστήμιο Πειραιά - ΠΕΙ-2	Αστικός Υποβάθρου	v	v	v						

Από τους παραπάνω σταθμούς επιλέξαμε τους παραπάνω πέντε (**Λυκόβρυση-Ν. Σμύρνη - Πατησίων -Πειραιά - Περιστέρι**) για τη διεξαγωγή της έρευνάς μας, τους οποίους μελετήσαμε ως προς τους ρύπους του **μονοξειδίου του** αιθανίου

άνθρακα (CO), μονοξειδίου του αζώτου (NO), διοξειδίου του αζώτου (NO_2) και του αθροίσματός τους (NOX), διοξειδίου του θείου (SO_2) και Όζοντος (O_3).

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται οι θέσεις όλων των σταθμών μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης:



1.5.2. Μέθοδοι μετρήσεως ατμοσφαιρικών ρύπων

Οι μετρούμενοι ρύποι καθώς και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται φαίνονται στον Πίνακα 1.2. Η μέτρηση των ρύπων γίνεται **σε συνεχή βάση σε όλη τη διάρκεια του 24ώρου**. Ο χρόνος απόκρισης των αυτομάτων αναλυτών είναι της τάξης του ενός λεπτού, δηλαδή ο κάθε αναλυτής δίνει μια τιμή περίπου κάθε λεπτό. Με ένα μικροεπεξεργαστή, που βρίσκεται σε κάθε αυτόματο σταθμό και που είναι συνδεδεμένος με τους αυτόματους αναλυτές, υπολογίζονται **κάθε ώρα** οι μέσες ωριαίες τιμές ρύπανσης. Οι τιμές αυτές μεταβιβάζονται στον κεντρικό υπολογιστή της Υπηρεσίας, μέσω τηλεφωνικής γραμμής και με αυτό τον τρόπο

είναι δυνατή η συνεχής γνώση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης της περιοχής.

Πίνακας 1.2

Μετρούμενοι ρύποι και μέθοδοι μέτρησης.

Ρύπος	Χρονική βάση μετρήσεων	Μέθοδος μέτρησης
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	1 ώρα	Απορρόφηση στο υπέρυθρο (NDIR)
Οξείδια του αζώτου (NO, NO ₂)	1 ώρα	Χημειοφωταύγεια
Οζον (O ₃)	1 ώρα	Απορρόφηση στο υπεριώδες
Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	1 ώρα	Φθορισμομετρία
Καπνός (BS)	24 ώρες	Μέθοδος OECD
Μόλυβδος (Pb)	24 ώρες	Ατομική απορρόφηση
Αιωρούμενα σωματίδια (PM ₁₀ -TSP)	1 ώρα	Απορρόφηση β ακτινοβολίας
Βενζόλιο – Τολουνόλιο – Αιθυλοβενζόλιο, m-p-o Ξυλόλιο (BTEX)	1 ώρα	Αέρια χρωματογραφία (GC)

1.5.3 Βαθμονόμηση αυτομάτων οργάνων.

Η βαθμονόμηση περιλαμβάνει τον έλεγχο της καλής λειτουργίας των οργάνων και τη ρύθμιση τους. Η βαθμονόμηση βασίζεται στη διαβίβαση μέσω του οργάνου αερίου, με γνωστή συγκέντρωση του αντίστοιχου ρύπου. Η παρασκευή αυτή του πρότυπου αερίου, γίνεται με ειδική συσκευή που συνδέεται αφενός με μία πηγή "καθαρού" αέρα και αφετέρου με έναν κύλινδρο που περιέχει μίγμα του εν λόγω αερίου με άζωτο σε γνωστή πρότυπη συγκέντρωση. Ο "καθαρός αέρας", δηλαδή αέρας απαλλαγμένος από τους κυρίους ρύπους, παράγεται διαβιβάζοντας αέρα μέσα από ειδικά φίλτρα συγκράτησης των ρύπων. Μεταβάλλοντας την παροχή του "καθαρού" αέρα και του αερίου της φιάλης είναι δυνατή η επίτευξη μιγμάτων αερίων που περιέχουν τον αντίστοιχο ρύπο σε γνωστές συγκεντρώσεις. Η διαδικασία αυτή της βαθμονόμησης γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα ή μετά τη συντήρηση ή επισκευή ενός αναλυτή.

1.6 Χαρακτηρισμός επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Ο χαρακτηρισμός των επιπέδων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης γίνεται με βάση τις τιμές του επόμενου Πίνακα. Οι τιμές αυτές έχουν καθοριστεί άτυπα χρησιμοποιούνται όμως από την Υπηρεσία μας, για το χαρακτηρισμό των επιπέδων ρύπανσης σε καθημερινή βάση.

Πίνακας 1.3
Τιμές για το χαρακτηρισμό των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Χαρακτηρισμός επιπέδων ρύπανσης	CO (8ωρες τιμές, mg/m ³)	Καπνός (24ώρες τιμές μg/m ³)	SO ₂ (24ώρες τιμές, μg/m ³)	O ₃ (ωριαίες τιμές, μg/m ³)	NO ₂ (ωριαίες τιμές, μg/m ³)
Χαμηλά	≤15	≤250	≤200	≤180	≤200
Μέτρια	>15 ≤20	> 250 ≤ 275	>200 ≤250	>180 ≤250	>200 ≤350
Υψηλά	>20 ≤25	>275 ≤300	>250 ≤300	>250 ≤360	>350 ≤500
Πολύ υψηλά	>25	>300	>300	>360	>500

Για το όζον και σε εφαρμογή του σχετικού ΦΕΚ19/A/19.2.97 που εναρμονίζει την κοινοτική με την Εθνική νομοθεσία ως χαμηλές τιμές θεωρήθηκαν αυτές που είναι μικρότερες από 180 μg/m³ ενώ μέχρι το 1996 η αντίστοιχη τιμή ήταν 200 μg/m³.

1.6.1 'Ορια εκτάκτων μέτρων

Για τον περιορισμό της ρύπανσης σε περιπτώσεις που κυρίως λόγω εξαιρετικά δυσμενών μετεωρολογικών συνθηκών, αναμένεται σημαντική αύξηση των τιμών ρύπανσης, χρησιμοποιούνται «τα όρια εκτάκτων μέτρων».

Τα όρια που ισχύουν για την περιοχή της Αθήνας παρουσιάζονται στον Πίνακα 14.

Πίνακας 1.4.
Όρια εκτάκτων μέτρων

Ρύπος	Χρονική βάση	Στάδιο Προειδοποίησης	Στάδιο λήψης μέτρων Α! βαθμίδας	Στάδιο λήψης μέτρων Β! βαθμίδας
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 ώρα	400	500	700
CO (mg/m^3)	8 ώρες	20	25	35
O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 ώρα	180	360	500
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 ώρες	250	300	400
Καπνός ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 ώρες	250	300	400

Τα διάφορα στάδια κηρύσσονται όταν οι μετρούμενες τιμές υπερβούν ή προσεγγίσουν τις τιμές του πίνακα 14. και ταυτόχρονα υπάρχει πρόβλεψη για συνθήκες που ευνοούν τη διατήρηση ή αύξηση των τιμών ρύπανσης για τις επόμενες ή την επόμενη ημέρα. Από το 1998 και σε εφαρμογή του σχετικού ΦΕΚ 19/A/19.2.97 που εναρμονίζει την κοινοτική με την Εθνική νομοθεσία το όριο προειδοποίησης για το όζον μειώθηκε από 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ σε. 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Παράλληλα, με την εφαρμογή της με αριθμ. 35/30-5-2002 ΠΥΣ, υιοθετούνται για το διοξείδιο του αζώτου και διοξείδιο του θείου, όρια συναγερμού, τα οποία ισχύουν ως εφεξής, αντικαθιστώντας τις οριακές τιμές του προηγούμενου πίνακα. Τα όρια συναγερμού είναι:

Ρύπος	Χρονική Βάση	Όριο συναγερμού
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 ώρα	400
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 ώρα	500

1.6.2 Επεισόδια ρύπανσης

Για τον περιορισμό των αιχμών (επεισοδίων) ατμοσφαιρικής ρύπανσης ισχύει ένα σύστημα λήψης εκτάκτων μέτρων που είναι δυνατόν να περιλαμβάνει ανάλογα με το πρόβλημα:

Μέτρα για τη βιομηχανία

1. Μείωση της κατανάλωσης καυσίμων των βιομηχανιών και αντιστοιχη μείωση της παραγωγής τους.
2. Απαγόρευση λειτουργίας ή περιοδική διακοπή ορισμένων βιομηχανιών

Μέτρα για τα αυτοκίνητα

1. Απαγόρευση (μικρός ή μεγάλος δακτύλιος) της κυκλοφορίας των IX αυτοκινήτων και ΤΑΞΙ ανάλογα με την ένταση του προβλήματος.

Μέτρα για τη θέρμανση κτιρίων

1. Απαγόρευση ή επιβολή περιορισμών στη κεντρική θέρμανση κτιρίων και χώρων

Λοιποί περιορισμοί

1. Απαγόρευση κάθε είδους ανοικτής φωτιάς
2. Διακοπή λειτουργίας αποτεφρωτικών κλιβάνων σε νοσηλευτικά ιδρύματα
3. Διακοπή σε μεγάλη κλίμακα οικοδομικών και χωματουργικών εργασιών
4. Μείωση ή κλιμάκωση του ωραρίου εργασίας
5. Περιορισμό λειτουργίας Δημόσιων Υπηρεσιών, Οργανισμών και Τραπεζών
6. Επιβολή υποχρέωσης χρησιμοποίησης ορισμένου τύπου καυσίμων από ορισμένες κατηγορίες καταναλωτών.

1.7 Εθνικά όρια ποιότητας ατμόσφαιρας και στόχους ΠΟΥ (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας)

Η χώρα μας έχει νομοθετήσει για τους ρύπους διοξείδιο του θείου, καπνό, διοξείδιο του αζώτου, μόλυβδο και όζον **τα όρια ποιότητας ατμόσφαιρας** που έχουν καθιερωθεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η παγκόσμια Οργάνωση Υγείας έχει δώσει κάποιους μακροχρόνιους στόχους υγείας. Υπάρχει διαφορά μεταξύ των όρων, ορίου και στόχου .Ο μεν πρώτος αναφέρεται σε κάποια τιμή ενός ρύπου, που έχει καθιερωθεί νομοθετικά λαμβάνοντας υπόψη, εκτός των επιδράσεων του ρύπου αυτού στο περιβάλλον και τη δυνατότητα επίτευξης της τιμής αυτής από τεχνολογικής και οικονομικής πλευράς. Αντίθετα ο στόχος λαμβάνει υπόψη μόνο την επίδραση του ρύπου στην ανθρώπινη υγεία, δεν είναι νομοθετημένος και συνήθως είναι αυστηρότερος από το όριο.

Οι νέες οδηγίες και τα νέα όρια για την ατμοσφαιρική ρύπανση

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με τις νέες οδηγίες σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση θεσπίζει, πέραν των άλλων, νέα όρια για τους διάφορους ατμοσφαιρικούς ρύπους. Τα όρια αυτά αναφέρονται τόσο στην προστασία της ανθρώπινης υγείας όσο και των οικοσυστημάτων.

Στην παρούσα φάση, από την Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν εκδοθεί:

- Η οδηγία – πλαίσιο για την ατμοσφαιρική ρύπανση (οδηγία 1996/62/EK) για την εκτίμηση και διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος
- Η πρώτη «θυγατρική» της οδηγία (οδηγία 1999/30/EK) για τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου, στον αέρα του περιβάλλοντος
- Η δεύτερη «θυγατρική» της οδηγία (οδηγία 2000/69/EK) για τις οριακές τιμές βενζολίου και μονοξειδίου του άνθρακα στον αέρα του περιβάλλοντος
- Η τρίτη «θυγατρική» της οδηγία (οδηγία 2002/3/EK) σχετικά με το όζον στον αέρα του περιβάλλοντος

Αναμένεται η έκδοση της τέταρτης «θυγατρικής» οδηγίας αναφορικά με τα μέταλλα και τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες στον αέρα του περιβάλλοντος.

Με βάση τις παραπάνω οδηγίες, θεσπίζονται νέα όρια για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, που έχουν ως έτος εφαρμογής το 2005 ή το 2010, ανάλογα τον ρύπο. Τα όρια αυτά, δεν είναι στην παρούσα φάση δεσμευτικά για τα κράτη – μέλη, αλλά πρέπει να παρακολουθείται η πορεία εξέλιξης των τιμών ρύπανσης, έτσι ώστε να καταστεί δυνατή, κατά την ημερομηνία έναρξης ισχύος τους (2005 ή 2010), η τήρηση των οριακών τιμών. Επιπρόσθετα τα κράτη μέλη πρέπει να εκπονούν και να υλοποιούν σχέδια δράσης για την προετοιμασία τους όσον αφορά στη τήρηση των ορίων.

Η φιλοσοφία εφαρμογής των νέων ορίων είναι συνοπτικά η ακόλουθη:

Για κάθε ρύπο ορίζεται **μία οριακή τιμή** για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, με το αντίστοιχο έτος έναρξης ισχύος της (2005 ή 2010). Παράλληλα δίνεται και ένα περιθώριο ανοχής, το οποίο αθροίζεται στην οριακή τιμή, δίνοντας έτσι την τιμή στόχο, η οποία ισχύει ενδεικτικά στο μεσοδιάστημα έως την θέση σε ισχύ της οριακής τιμής. Το περιθώριο ανοχής κάθε χρόνο μειώνεται, έτσι ώστε στην ημερομηνία ισχύος του νέου ορίου να μηδενιστεί.

Με βάση το ανωτέρω σκεπτικό, οι οριακές τιμές για τους διάφορους ρύπους δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Ρύπος	Οριακή τιμή	Έτος ισχύος	Ενδεικτική οριακή τιμή για προετοιμασία			
			2001	2002	2003	2004
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	10 mg/m ³ Μέγιστη ημερήσια οκτάωρη τιμή	1/1/2005	16 mg/m ³	16 mg/m ³	14 mg/m ³	12 mg/m ³
Βενζόλιο (C ₆ H ₆)	5 µg/m ³ Μέση ετήσια τιμή	1/1/2010	10 µg/m ³	10 µg/m ³	10 µg/m ³	10 µg/m ³
Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	350 µg/m ³ Μέση ωριαία τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση Περισσότερες από 24 φορές ανά έτος	1/1/2005	470 µg/m ³	440 µg/m ³	410 µg/m ³	380 µg/m ³
	125 µg/m ³ Μέση ημερήσια τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση Περισσότερες από 3 φορές ανά έτος	1/1/2005	125 µg/m ³	125 µg/m ³	125 µg/m ³	125 µg/m ³
Διοξείδιο των αζώτου (NO ₂)	200 µg/m ³ Μέση ωριαία τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 18 φορές ανά έτος	1/1/2010	290 µg/m ³	280 µg/m ³	270 µg/m ³	260 µg/m ³
	40 µg/m ³ μέση ετήσια τιμή	1/1/2010	58 µg/m ³	56 µg/m ³	54 µg/m ³	52 µg/m ³
Αιωρούμενα σωματίδια ΑΣ ₁₀	50 µg/m ³ μέση ημερήσια τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 35 φορές ανά έτος	1/1/2005	70 µg/m ³	65 µg/m ³	60 µg/m ³	55 µg/m ³
	40 µg/m ³ μέση ετήσια τιμή	1/1/2005	46,4 µg/m ³	44,8 µg/m ³	43,2 µg/m ³	41,6 µg/m ³
Μόλυβδος (Pb)	0,5 µg/m ³ μέση ετήσια τιμή	1/1/2005	0,9 µg/m ³	0,8 µg/m ³	0,7 µg/m ³	0,6 µg/m ³
Οξεν (O ₃)	50 µg/m ³ μέση οκτάωρη τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 25 φορές ανά έτος για διάστημα 3 ετών	1/1/2010	50 µg/m ³	50 µg/m ³	50 µg/m ³	50 µg/m ³

1.8 Ατμοσφαιρική ρύπανση στην Αθήνα

Η ευρύτερη περιοχή της Αθήνας χαρακτηρίζεται από έντονη βιομηχανική δραστηριότητα, πυκνή δόμηση, έλλειψη πρασίνου, μεγάλο πληθυσμό και έντονα κυκλοφοριακά προβλήματα. Η περιοχή της πρωτεύουσας, αποτελώντας το 1.5% της έκτασης της Ελλάδας συγκεντρώνει το 40% του πληθυσμού, το 70% των υπηρεσιών, το 50% της βιομηχανίας και το 90% των πολιτιστικών δραστηριοτήτων. Η δομημένη έκταση φθάνει το 350 τετραγωνικά χιλιόμετρα και ο πληθυσμός σήμερα αγγίζει ή ξεπερνά τα 4 εκατομμύρια κατοίκους.

Η πολεοδομική ανάπτυξη έγινε χωρίς ουσιαστικό πρόγραμμα ή έλεγχο, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί σύγχυση των χρήσεων και των λειτουργιών της πόλης, οικοδομικό χάος, ρυμοτομική ανεπάρκεια, έλλειψη ελεύθερων χώρων και πρασίνου.κλπ. Η αναλογία πράσινου ανά κάτοικο στο Δήμο της Αθήνας είναι 4 τετραγωνικά μέτρα όταν στο Παρίσι είναι 8 τ.μ. στη Ρώμη 9.τ.μ, στο Βερολίνο 13.τ.μ., στο Λονδίνο 20.τ. μ στη Μόσχα 40 τ.μ. και στην Ουάσιγκτον 50 τ.μ.

Ο αριθμός των κυκλοφορούντων οχημάτων στην Αθήνα αυξάνεται συνεχώς. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών σε συνδυασμό με την μεγάλη ηλιοφάνεια, τη χαμηλή βροχόπτωση, διάφορους άλλους μετεωρολογικούς παράγοντες, καθώς επίσης και τον ανεπαρκή αερισμό της, λόγω των ορεινών όγκων που την περιβάλλουν, αποτελούν παράγοντες που ευνοούν την ατμοσφαιρική ρύπανση στην Αθήνα.

1.9. Πηγές νέφους στην Αθήνα

Στη δεκαετία του 90, η συνολική κατανάλωση καυσίμων στην Αθήνα δεν έχει σημαντικές μεταβολές παρόλη την αύξηση των καυσίμων κίνησης, αλόγω της παράλληλης μείωσης καυσίμων από τη βιομηχανία. Ετσι, τα τελευταία χρόνια η συνολική κατανάλωση καυσίμων στην Αθήνα κυμαίνεται μεταξύ 2,6 –2,8 εκατ.

τόνους καυσίμων ανά έτος (ΕΣΥΕ). Στις συνολικές ετήσιες εκπομπές η βιομηχανία συμμετέχει κατά περίπου 15% με σταθερές τάσεις μείωσης, οι μετακινήσεις κατά 50% με σταθερά αυξητικές τάσεις και η θέρμανση κατά 30% με μικρές αυξητικές τάσεις.

Όμως η θέρμανση λειτουργεί μόνο κατά τους χειμερινούς μήνες, με συνέπεια να διαφοροποιείται σημαντικά σε εποχιακή βάση η συμμετοχή των πηγών στις εκπομπές αέριων ρύπων. Στον πίνακα που ακολουθεί εκτιμάται σε εποχιακή βάση η ποσοστιαία συμμετοχή των πηγών στις εκπομπές αέριων ρύπων στην Αθήνα. Παρατηρείται ο σημαντικός ρόλος της θέρμανσης κατά τους χειμερινούς μήνες και των μετακινήσεων σε όλη τη διάρκεια του έτους και ιδιαίτερα τη θερμή περίοδο.

Πηγή	Θερμή περίοδος (Απρίλιος- Οκτ)	Ψυχρή περίοδος (Νοεμβ.-Μάρτιος)	Μέση τιμή έτους
Βιομηχανία	22%	11%	15%
Μετακινήσεις	78%	37%	55%
Θέρμανση	-	52%	30%

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Θεωρούμε αναγκαίο πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση των δεδομένων να παρουσιάσουμε αναλυτικά τις στατιστικές μεθόδους που θα χρησιμοποιηθούν στην συγκεκριμένη εργασία.

2.1 Περιγραφικά μέτρα

Πρόκειται για αριθμητικά μεγέθη τα οποία συνοψίζουν τα δεδομένα, παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες για την κεντρική τάση και μεταβλητότητα (το άπλωμα των τιμών). Έστω ότι $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n$ είναι οι παρατηρήσεις σε ένα τυχαίο δείγμα μεγέθους n . Υπολογίζουμε τα εξής:

Αριθμητικός μέσος (Mean): υπολογίζεται με βάση τον τύπο

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \text{ και είναι το σημαντικότερο μέτρο της κεντρικής τάσης στο δείγμα.}$$

Διακύμανση (variance): εκφράζει τη μεταβλητότητα των δεδομένων, το

$$\text{«άπλωμα» των τιμών γύρω από τη μέση τιμή. Ορίζεται ως } S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}, \text{ είναι}$$

δηλαδή το μέσο άθροισμα των τετραγωνικών αποκλίσεων κάθε παρατήρησης από τον αριθμητικό μέσο.

2.2 Πολλαπλή Παλινδρόμηση και ερμηνεία του πίνακα πολλαπλής παλινδρόμησης

Ορισμός: Μοντέλα παλινδρόμησης που περιέχουν δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές ονομάζονται μοντέλα πολλαπλής παλινδρόμησης (multiple regression models). Το μοντέλο παλινδρόμησης με K ανεξάρτητες μεταβλητές X_1, X_2, \dots, X_K θα έχει τη μορφή

$$Y_i = \alpha + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_K X_{ik} + \varepsilon_i = \hat{Y}_i + \varepsilon_i$$

Όπου $i = 1, 2, \dots, N$ παρατηρήσεις

- Y_i , είναι η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής για την i παρατήρηση
- $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik}$, είναι οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών στην i παρατήρηση (υποτίθεται γνωστές σταθερές)
- Τα ε_i είναι ανεξάρτητα $N(0, \sigma^2)$

2.2.1 Εκτίμηση Παραμέτρων

Όταν εκτιμούμε τις παραμέτρους ενός μοντέλου παλινδρόμησης θέλουμε να ελέγξουμε το κατά πόσον μερικοί από τους όρους $\beta_i X_i$ στο μοντέλο έχουν σημαντική συνεισφορά στην εξήγηση της διακύμανσης που παρατηρείται στην εξαρτημένη μεταβλητή Y_i . Οι έλεγχοι υποθέσεων είναι οι μέθοδοι που βοηθούν τον ερευνητή να καθορίσει τη σημαντικότητα μεταβλητών του μοντέλου:

α) Όταν θέλουμε να ελέγξουμε αν μία μόνο μεταβλητή πλεονάζει, έστω η X_k :

$$H_0: \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_k \neq 0$$

Ο έλεγχος της παραπάνω υποθέσεως στηρίζεται στη στατιστική συνάρτηση:

$$T = \frac{\hat{\beta}_k}{S_{\hat{\beta}_k}}, \text{ όπου } \hat{\beta}_k \text{ είναι η εκτιμήτρια ελαχίστων τετραγώνων του συντελεστή } \beta_k$$

της μεταβλητής X_k στο γενικό γραμμικό μοντέλο και $S\beta_k$ είναι η εκτιμούμενη τυπική απόκλιση της εκτιμήτριας $\hat{\beta}_k$. Η τιμή της στατιστικής συνάρτησης T συγκρίνεται με τα ποσοστιαία σημεία της κατανομής t με $n-k-1$ βαθμούς ελευθερίας. Οι υπολογισμοί αυτοί γίνονται συνήθως στους υπολογιστές.

β) Επειδή ο αριθμός των ελέγχων υποθέσεων της μορφής που προαναφέρθηκε σε ένα μοντέλο με πολλούς όρους είναι μεγάλος, αν κάνουμε έλεγχο υποθέσεων για κάθε ένα όρο χωριστά, η συνολική πιθανότητα λάθους I ίσως καταλήξει να είναι πολύ μεγάλη. Για το λόγο αυτό μια καλή στατιστική προσέγγιση είναι πρίν γίνουν οι χωριστοί έλεγχοι υποθέσεων για κάθε μια από τις παραμέτρους να γίνει ένα συνολικό τεστ του μοντέλου και στη συνέχεια να ακολουθήσουν οι ξεχωριστοί έλεγχοι μόνον αν το συνολικό τεστ δώσει στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα. Ως άλλος τρόπος αναφέρεται στη μέθοδο όπου το συνολικό μοντέλο ελέγχεται με τη χρησιμοποίηση της στατιστικής συνάρτησης F όταν ελέγχεται η υπόθεση:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0 \text{ για ένα τουλάχιστον } i=1,2,\dots$$

που περιλαμβάνει όλους τους όρους (πλην του a) του γενικού γραμμικού μοντέλου.

Πίνακας της πολλαπλής παλινδρόμησης

ΠΗΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑΣ	ΑΦΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ	F
ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	SSR $= \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y}_i)^2$	k	$\frac{SSR}{K} = MSR$	
ΣΦΑΛΜΑ	SSE $= \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$	$n-k-1$	$\frac{SSE}{n-k-1} = MSE$	$\frac{MSR}{MSE}$
ΣΥΝΟΛΟ	SST $= \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$	$n-1$	$\frac{SST}{n-1}$	

Η τιμή F στον παραπάνω πίνακα (F VALUE) μετρά το βαθμό συμφωνίας των δεδομένων με την μηδενική υπόθεση ότι όλοι οι συντελεστές β είναι ίσοι με το μηδέν.

Απορρίπτουμε την H_0 , αν $F > F_{k,n-k-1,1-\alpha}$

Οι βαθμοί ελευθερίας του μοντέλου στη στήλη 2 αναφέρονται πάντοτε στον αριθμό των παραμέτρων β του μοντέλου. Ο συνολικός αριθμός βαθμών ελευθερίας αντιστοιχεί στον αριθμό παρατηρήσεων μείον 1, ενώ οι βαθμοί ελευθερίας του λάθους είναι η διαφορά μεταξύ των δύο προαναφερθέντων βαθμών ελευθερίας.

γ) Υπάρχει και μια τρίτη στατιστική μεθοδολογία που βρίσκεται στο ενδιάμεσο των δύο προαναφερθεισών μεθοδολογιών. Η μεθοδολογία αυτή επιτρέπει τον ταυτόχρονο έλεγχο ενός αριθμού από τους όρους του μοντέλου χωρίς ταυτόχρονα να απαιτεί να ελεγχθούν όλοι οι όροι του μοντέλου. Η μεθοδολογία αυτή είναι χρήσιμη όταν ο ερευνητής ξέρει ότι κάποιοι από τους όρους πρέπει οπωσδήποτε να χρησιμοποιηθούν αλλά είναι αβέβαιος για έναν αριθμό από τους υπόλοιπους όρους του μοντέλου και θεωρεί ότι χρειάζεται έναν έλεγχο για να αποφασίσει για όλους του υπόλοιπους όρους ταυτόχρονα.

Για να ελέγξουμε αν οι μεταβλητές $X_{q+1}, X_{q+2}, \dots, X_k$ είναι πλεονάζουσες κάνουμε τον έλεγχο:

$$H_0: \beta_{q+1} = \beta_{q+2} = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \text{μία τουλάχιστον από τις } \beta_j \neq 0, j = q+1, \dots, k$$

Με την υπόθεση αυτή ελέγχουμε ουσιαστικά το κατά πόσο το πλήρες μοντέλο:

$E(Y) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_q X_q + \beta_{q+1} X_{q+1} + \dots + \beta_k X_k$
είναι κατάλληλο για να περιγράψει τα δεδομένα. Το άθροισμα των τετραγώνων των λαθών του μοντέλου αυτού συμβολίζεται με SSE_1 , και οι βαθμοί ελευθερίας για το λάθος συμβολίζονται με DF_1 .

Το περιορισμένο μοντέλο που μας ενδιαφέρει να εξετάσουμε είναι:

$$E(Y) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_q X_q, \quad q < k$$

Το άθροισμα τετραγώνων των λαθών για το περιορισμένο αυτό μοντέλο συμβολίζεται με SSE_2 και οι βαθμοί ελευθερίας του με DF_2 .

Η ελεγχοσυνάρτηση που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της υποθέσεως είναι η:

$$F = \frac{\frac{SSE_1 - SSE_2}{(Df_2 - Df_1)}}{\frac{SSE_2}{Df_2}}$$

Απορρίπτουμε την H_0 αν $F > F_{(df_2-df_1), df_1, 1-\alpha}$

Δηλαδή η τιμή της στατιστικής αυτής συνάρτησης συγκρίνεται με εκατοστιαία σημεία της κατανομής F που δίνονται στους αντίστοιχους πίνακες με (Df_2-Df_1) βαθμούς ελευθερίας του αριθμητή και Df_1 βαθμούς ελευθερίας για τον παρανομαστή.

2.3 Ανάλυση χρονολογικών σειρών

2.3.1 Ορισμός και είδη χρονολογικών σειρών

Ορισμός: Χρονολογική σειρά ή χρονοσειρά (time series) ονομάζεται μια ακολουθία n παρατηρήσεων $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_t, \dots, Y_n$ πάνω σε μια διαδικασία σε ισαπέχουσες διαδοχικές στιγμές.

Οι χρονικές αυτές στιγμές μπορεί να είναι μήνες, έτη, ώρες (όπως στην περίπτωση της ωριαίας κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος). Μια χρονολογική σειρά μπορεί να προκύψει κατά δύο τρόπους:

1. Οι τιμές μιας μεταβλητής να διαμορφώνονται σωρευτικώς από το απώτερο παρελθόν μέχρι τη χρονική στιγμή της μετρήσεως τους. (μεταβλητές αποθέματος).

Παραδείγματα χρονολογικών σειρών αυτής της κατηγορίας αποτελούν ο πληθυσμός μιας χώρας, η ποσότητα του νερού μιας λίμνης, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και το ύψος των συνολικών πιστώσεων μιας τράπεζας. κλ.π Το χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι ότι δύναται να λάβουν τιμές οποιαδήποτε χρονική στιγμή, δηλαδή είναι συνεχείς διαχρονικές μεταβλητές.

2. Οι τιμές μιας μεταβλητής να διαμορφώνονται αθροιστικώς εντός διαδοχικών χρονικών διαστημάτων (μεταβλητές ροής).

Παραδείγματα χρονολογικών σειρών αυτής της κατηγορίας μπορούμε να αναφέρουμε την ωριαία ροή ενός ποταμού, τον ημερήσιο κύκλο εργασιών ενός εμπορικού καταστήματος, την μηνιαία παραγωγή ενός εργοστασίου και τις ετήσιες εισαγωγές αυτοκινήτων.

Συχνά οι μεταβλητές ροής αντί διαδοχικών αθροισμάτων εκφράζουν αντιστοίχους μέσους όρους (π.χ. αντί της μηνιαίας παραγωγής είναι δυνατό να χρησιμοποιείται η μέση ημερήσια παραγωγή εκάστου μηνός)

Αν οι παρατηρήσεις πάνω στην μεταβλητή X αναφέρονται σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, η χρονολογική σειρά ονομάζεται **διακριτή** και συμβολίζεται με Y_t , $t=0,1,2,\dots,n$.

Παραδείγματα τέτοιας χρονολογικής σειράς αποτελεί ο αριθμός των μετοχών που πωλούνται στο χρηματιστήριο.

Αν οι τιμές της μεταβλητής καταγράφονται συνεχώς μέσα στον χρόνο, η χρονοσειρά ονομάζεται **συνεχής** και συμβολίζεται με Y_t , $t \in (0,T)$.

Παράδειγμα της τελευταίας κατηγορίας αποτελούν οι περιπτώσεις ηλεκτροκαρδιογραφημάτων, καταγραφών σεισμογράφων, θερμοκρασίας κτλ.

Οι χρονολογικές σειρές διακρίνονται επίσης σε **πρωτογενείς** χρονοσειρές και **παράγωγες** χρονοσειρές.

Πρωτογενείς χρονοσειρές: Οι τιμές της μεταβλητής είναι τα αρχικά δεδομένα ενός φαινομένου.

Παράγωγοι χρονοσειρές: Οι τιμές της μεταβλητής προκύπτουν μετά από επεξεργασία των δεδομένων μιας ή περισσοτέρων σειρών (π.χ. το κατά κεφαλή εθνικό εισόδημα μιας χώρας είναι χρονοσειρά που προκύπτει μετά από ανάλυση και σύνθεση των χρονοσειρών του εθνικού εισοδήματος και του πληθυσμού της χώρας).

Ένα ερώτημα που συνδέεται με την καταγραφή των τιμών μιας χρονολογικής σειράς, αναφέρεται στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή του έτους, του μήνα, ή της ημέρας που θα γίνει η μέτρηση της τιμής της σχετικής μεταβλητής, η οποία και θα αντιστοιχηθεί στο αντίστοιχο έτος, μήνα ή ημέρα. Πότε, δηλαδή, πρέπει να

γίνεται η καταγραφή της τιμής της Y_t , η οποία θα αντιστοιχηθεί στη χρονική στιγμή t .

Για τις μεταβλητές αποθέματος, δεν υπάρχει πρόβλημα χρονικού εντοπισμού της καταγραφής (από τη φύση των σχετικών σειρών). Κάθε τιμή της μεταβλητής αντιστοιχείται στη χρονική στιγμή της πραγματοποίησης της παρατήρησης. Όσο αφορά όμως τις μεταβλητές ροής, η συγκεκριμένη χρονική στιγμή της περιόδου t στην οποία αναφέρεται η μέτρηση της Y_t (του έτους, του μήνα ή της ημέρας) εξαρτάται από τον πού αναφέρονται οι μεταβλητές ροής. Αν οι τιμές τους είναι μέσοι τιμών που αναφέρονται σε διαδοχικά υποδιαστήματα της περιόδου t , τότε οι μετρήσεις τοποθετούνται στο κέντρο της περιόδου. Αν οι τιμές των μεταβλητών ροής εκφράζουν απλά αθροίσματα, τότε τοποθετούνται στο τέλος της περιόδου t (εκτός εάν, για ειδικούς λόγους, χρησιμοποιηθεί κάποιο άλλο σημείο του διαστήματος t).

Σε προβλήματα ανάλυσης στατιστικών στοιχείων, όταν για αυτά δεν ενδιαφέρει η χρονική σειρά παρατήρησης, χρησιμοποιείται ένα τυχαίο δείγμα. Στην περίπτωση όμως των χρονολογικών δεδομένων η διαδοχή δεν είναι τυχαία. Άρα μια χρονοσειρά είναι μια διαχρονική σχέση στατικού χαρακτήρα. Οι τιμές της χρονοσειράς εξαρτώνται από τον χρόνο με την έννοια ότι επηρεάζονται από τις τιμές των παρατηρήσεων που προηγούνται χρονικά (δεν είναι δηλαδή, μαθηματικές συναρτήσεις του χρόνου).

2.3.2 Συνιστώσες χρονολογικής σειράς

Η κλασσική ανάλυση χρονοσειρών (decomposition model) αναφέρεται στην ανάλυση των παρατηρούμενων τιμών της χρονοσειράς στα στοιχεία που την συνιστούν:

- **Τάση (trend)**
- **Κυκλική συνιστώσα (cyclical component)**
- **Εποχική συνιστώσα (seasonality)**
- **Άρρυθμη συνιστώσα (irregular component)**

α) Μακροχρόνια Τάση (Long term trend)

Η ομαλή κεντρική κίνηση που ακολουθεί η σειρά μέσα σ' όλοι κληρη την χρονική περίοδο παρατήρησης. Στην πραγματικότητα πρόκειται για την αύξηση ή μείωση της μέσης τιμής με της μεταβλητής Y_t . Η τάση θεωρείται ανύπαρκτη αν η κεντρική ομαλή κίνηση περιγράφεται από μια ευθεία παράλληλη προς τον άξονα του χρόνου.

Η συνιστώσα αυτή αντιπροσωπεύει την επίδραση μακροχρόνιων παραγόντων των οποίων το αποτέλεσμα τείνει ν' αλλάξει την χρονική πορεία του μεγέθους βαθμιαία. Τέτοιοι παράγοντες είναι δημογραφικά χαρακτηριστικά, γεωγραφική κατανομή του πληθυσμού, τεχνολογικές επιτεύξεις, οικονομικές εξελίξεις, βαθμιαίες μεταβολές συνηθειών, εθίμων ή ηθών.

β) Κυκλική συνιστώσα

Συστηματική κίνηση που αναπτύσσεται γύρω από την τάση και επαναλαμβάνεται με μικρή, μεγάλη ή πλήρη ομοιομορφία κατά περιόδους μεγαλύτερες του έτους. Εάν η επανάληψη είναι απολύτως ομοιόμορφη και συμμετρική, η κίνηση ονομάζεται γνήσια κυκλική. Άλλιώς η κίνηση είναι ψευδοκυκλική.. Οι γνωστοί στις οικονομικές χρονολογικές σειρές κυκλοφορεί περιόδους είναι γνήσιοι κύκλοι.

Παράγοντες που οδηγούν σε κυκλικές κινήσεις περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, στην περίπτωση οικονομικών χρονοσειρών: μεταβολές στην κυβερνητική οικονομική πολιτική, μεταβολές στην ετήσια συγκομιδή, μεταβολές της μορφής της αγοράς (νέα εμπορικά κέντρα)κλπ. Η μελέτη της κυκλικής κίνησης γίνεται με στόχο την συλλογή πληροφοριών για την αξιολόγηση της παρούσας κατάστασης των πραγμάτων και για βραχυπρόθεσμες προβλέψεις.

γ) Εποχική συνιστώσα

Η εποχική συνιστώσα έχει περίοδο το έτος, διότι εντός αυτού εξαντλεί όλες τις ανοδικές και καθοδικές κινήσεις της. Είναι κύμανση περιοδική

επαναλαμβάνεται ρυθμικώς σε όλες τις ετήσιες περιόδους στις οποίες η χρονολογική σειρά λαμβάνει τιμές. Ονομάζεται εποχική κύμανση διότι συνδέεται με τις εποχές, αλλά η γενεσιοναργός αιτία της δεν είναι πάντοτε το κλίμα.

Είναι προφανές ότι η εποχική κύμανση αποκαλύπτεται μόνο σε χρονολογικές σειρές, οι οποίες λαμβάνουν τουλάχιστον δύο τιμές εντός εκάστου έτους (χρονοσειρές με εξαμηνιαίες, τετραμηνιαίες, τριμηνιαίες, μηνιαίες κλπ παρατηρήσεις). Εάν συνεπώς η διαθέσιμος σειρά είναι ετησία (π.χ ο πληθυσμός της Ελλάδος) ή μέση ετήσια (π.χ οι μέσες ετήσιες τιμές του μηνιαίου δείκτη λιανικών πωλήσεων), η εποχική συνιστώσα της είναι αδύνατο να μελετηθεί. Το πρόβλημα το οποίον θίγεται εδώ είναι γενικότερο, διότι μία ρυθμική περιοδική κύμανση είναι δυνατό να αποκρυφτεί εάν τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία έχουν περίοδο αναφοράς, δι'εκάστην παρατήρηση, την διάρκεια της περιοδικότητας ή ακριβές πολλαπλάσιο αυτής. Παραδείγματος χάριν, εάν κάποια απολύτως περιοδική κύμανση έχει τριετή περίοδο εντός της οποίας εξαντλεί τις ανοδικές και τις ισοδύναμες καθοδικές φάσεις της και τα διαθέσιμα στοιχεία της χρονοσειράς είναι τριετή ή εξαετή ή εννεαετή, η εν λόγω περιοδικότητα δεν θα αντανακλάται στα στοιχεία αυτά.

Πρέπει να διευκρινίσουμε ότι η πλέον συνήθης περιοδική βραχυχρόνια κύμανση είναι η δωδεκάμηνη εποχική κίνηση (η οποία έχει περίοδο ένα πλήρες έτος). Πάρα ταύτα, υπάρχουν και συστηματικές κυμάνσεις, οι οποίες επαναλαμβάνονται με χρονική περίοδο τον μήνα, το 15θήμερο, την εβδομάδα ή το 24ώρον. Παράδειγμα, η ημερήσια κίνηση πελατών των εμπορικών καταστημάτων αυξομειώνεται εντός της εβδομάδας ανάλογα προς τις ημέρες αυτής. Ομοίως, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, μετρούμενη ανά ώρα, αυξομειώνεται συστηματικά εντός του 24ώρου.

δ) Η Τυγαιά κύμανση

Αντιπροσωπεύει επιδράσεις παραγόντων που δεν ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες (π.χ σφάλματα μέτρησης).

2.3.3 Αναγνώριση του Υπαινισσόμενου Προτύπου Συμπεριφοράς των Χρονοσειρών: Κλασσική Ανάλυση –classical decomposition

Ο τρόπος που τα διάφορα στοιχεία του υπαινισσόμενου προτύπου συμπεριφοράς της χρονοσειράς (συνιστώσες της χρονοσειράς) αλληλεπιδρούν και επηρεάζουν τη διαμόρφωση των τιμών της χρονοσειράς δεν είναι γνωστός. Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για να προσεγγίσουν τη μορφή της σχέσης που συνδέει τις συνιστώσες της χρονοσειράς είναι τα εξής:

- Πολλαπλασιαστικό μοντέλο (multiplicative model)
- Προσθετικό μοντέλο (additive model)
- Μικτό μοντέλο (mixed model)

Ο στόχος οποιασδήποτε μορφής ανάλυσης είναι η αναγνώριση των συνιστωσών της χρονοσειράς για όλες τις χρονικές περιόδους της σειράς. Στα επόμενα, μετά από μια σύντομη περιγραφή των τριών μοντέλων σύνδεσης των συνιστωσών της χρονοσειράς, η προσοχή εστιάζεται στο πολλαπλασιαστικό μοντέλο, το οποίο είναι το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο και είναι γνωστό ως κλασικό μοντέλο ανάλυσης χρονοσειρών ή κλασική ανάλυση. Είναι η αρχαιότερη και απλούστερη μέθοδος που αποδίδει αποτελέσματα εξ ίσου αξιόλογα με αυτά των άλλων μεθόδων. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην έννοια των κινητών μέσων.

2.3.3.1 Σύνδεση των Συνιστωσών των Χρονοσειρών

α) Πολλαπλασιαστικό Μοντέλο

Έστω Y_{ij} η παρατηρούμενη τιμή της χρονοσειράς την j χρονική στιγμή της i χρονικής περιόδου. Η Y θεωρείται το αποτέλεσμα των παραπάνω συνιστωσών οι οποίες αλληλεπιδρούν πολλαπλασιαστικά:

$$Y_{ij} = T_{ij} * S_{ij} * C_{ij} * I_{ij}$$

$$\Pi S_j = \Pi S_{ij} = 1 \quad \& \quad \Pi C_{ij} = 1 \quad \& \quad \Pi I_{ij} = 1$$

Με βάση τα παραπάνω οι εποχικές επιδράσεις εξουδετερώνονται μέσα στην περίοδο i. Το ίδιο ισχύει και για την κυκλική και άρρυθμη συνιστώσα. Είναι επομένως σαφές ότι μόνο η Τάση T εκφράζεται στις ίδιες μονάδες με την Y. Οι άλλες συνιστώσες είναι δείκτες με βάση 1, την απόλυτη τιμή των άλλων συνιστωσών.

B) Προσθετικό Μοντέλο

Η τιμή Y_{ij} διαμορφώνεται από την επίδραση των συνιστωσών που συνδυάζονται προσθετικά.

$Y_{ij} = T_{ij} + C_{ij} + S_j + I_{ij}$ (αν οι επιδράσεις της εποχικότητας επαναλαμβάνονται με

τον ίδιο τρόπο σε όλες τις περιόδους).

ή $Y_{ij} = T_{ij} + C_{ij} + S_{ij} + I_{ij}$ (αν οι επιδράσεις της εποχικότητας μεταβάλλονται από

περίοδο σε περίοδο).

$$\sum_{\zeta} \Sigma_j = \sum_j S_{ij} = 0$$

Η τελευταία σχέση δηλώνει ότι και στο μοντέλο αυτό τα αποτελέσματα της επίδρασης της εποχικότητας εξουδετερώνονται μέσα στην περίοδο i. Δεν ισχύει όμως πάντα το ίδιο για την κυκλική συνιστώσα αφού οι ανοδικές και καθοδικές κυκλικές κινήσεις δεν είναι πάντα συμμετρικές. Το ίδιο συμβαίνει και με την άρρυθμη συνιστώσα. Και οι τέσσερις συνιστώσες μετρώνται στις μονάδες της Y.

Το αθροιστικό μοντέλο είναι κατάλληλο εάν το μέγεθος των εποχικών διακυμάνσεων δεν διαφοροποιείται με την εξέλιξη της χρονοσειράς ενώ εάν οι εποχικές διακυμάνσεις αυξομειώνονται ανάλογα με την εξέλιξη της χρονοσειράς (αυξήσεις ή μειώσεις του επιπέδου της) τότε το πολλαπλασιαστικό μοντέλο είναι κατάλληλο. Το πολλαπλασιαστικό μοντέλο προτιμάται κυρίως στις οικονομικές χρονοσειρές όπου οι εποχικές

διακυμάνσεις τους αυξομειώνονται ανάλογα με την εξέλιξης της χρονοσειράς.
(Makridakis Spyros, 1998)

γ) Μικτό Μοντέλο

Το πρότυπο αυτό αποτελεί συνδυασμό των δύο παραπάνω προτύπων. Συγκεκριμένα υποθέτει ότι η τιμή Y_{ij} είναι αποτέλεσμα της εξής μορφής αλληλοεπίδρασης των συνιστωσών:

$Y_{ij}=T_{ij} \cdot C_{ij} \cdot S_j + I_{ij}$ (αν οι επιδράσεις της εποχικότητας επαναλαμβάνονται με τον ίδιο τρόπο σε όλες τις περιόδους)

ή εναλλακτικά

$Y_{ij}= T_{ij} \cdot C_{ij} \cdot S_j + I_{ij}$ (αν οι επιδράσεις της εποχικότητας μεταβάλλονται από περίοδο στ περίοδο)

Η συνιστώσα της Τάσης T_{ij} και η άρρυθμη συνιστώσα εκφράζονται στις μονάδες της Y (οι υπόλοιπες συνιστώσες είναι δείκτες).

Επίσης ισχύει: $\sum_j S_j = \sum_j S_{ij} = 0$ όπου κ είναι το πλήθος των παρατηρήσεων στην περίοδο i

Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι στο προσθετικό μοντέλο οι επιδράσεις των συνιστωσών είναι ανεξάρτητες αν και αυτό δεν ισχύει πάντα σε σχέση με ορισμένες οικονομικές χρονοσειρές. Ενδέχεται να υπάρχει μια εξάρτηση της εποχικής συνιστώσας από την τάση και την κυκλική κύμανση ή/και μία εξάρτηση της κυκλικής και της τυχαίας κύμανσης από την τάση. Αντίθετα, στο πολλαπλασιαστικό μοντέλο δεν έχουμε ανεξαρτησία των συνιστωσών, αφού οι απόλυτες επιδράσεις των κύκλων της εποχής και των τυχαίων παραγόντων είναι ανάλογες προς την βάση στην οποία αναφέρονται δηλαδή προς τις τιμές των υπόλοιπων συνιστωσών της χρονοσειράς. Πράγματι, από τον ορισμό του πολλαπλασιαστικού μοντέλου, μόνο η τάση εκφράζεται μέσω των μονάδων της Y . Αν, δηλαδή, πρόκειται για μια χρονοσειρά των πωλήσεων μιας εταιρείας σε εκατομμύρια δραχμές η συνιστώσα της τάσης σε μια χρονική περίοδο θα

εκπροσωπεί ένα συγκεκριμένο ποσό σε εκατομμύρια δραχμές. Οι υπόλοιπες τρεις συνιστώσες εκφράζονται ως ποσοστιαίες προσαρμογές των τιμών της.

2.3.4 Περιγραφή της Τάσης στην Ανάλυση Χρονοσειρών

Η συνιστώσα της τάσης μιας χρονολογικής σειράς περιγράφεται συνήθως από μια ομαλή καμπύλη που αντανακλά τη μακροχρόνια εξέλιξη της χρονοσειράς. Για την εκτίμηση της καμπύλης αυτής μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει τη γνωστή μέθοδο ανάλυσης παλινδρόμησης αγνοώντας την ύπαρξη των υπολοίπων συνιστωσών και θεωρώντας ως εξαρτημένη μεταβλητή τη μεταβλητή Y_t , και ως ανεξάρτητη μεταβλητή μία μεταβλητή -δείκτη του χρόνου, έστω t . Συνηθέστερες μορφές συναρτήσεων τάσης που χρησιμοποιούνται ως μοντέλα για την περιγραφή της τάσης μιας χρονοσειράς είναι: **γραμμική τάση**, **παραβολική τάση** δευτέρας και τρίτης τάξεως, **εκθετική τάση**, **τροποποιημένη εκθετική τάση** και **καμπύλη Gompertz..**

Γραμμική τάση

Η απλούστερη συνάρτηση της οικογένειας των πολυωνυμικών τάσεων είναι η ευθεία γραμμή της οποίας η εκτίμηση συμβολίζεται ως εξής:

$$\hat{Y}_t = a_0 + a_1 t$$

‘Οπου \hat{Y}_t = τιμή της τάσεως της μεταβλητής Y κατά το χρόνο t

a_0 & a_1 : Οι εκτιμήσεις των παραμέτρων a_0 και a_1

a_0 : σταθερά της εξίσωσης η τεταγμένη επί την αρχήν δηλαδή τιμή της τάσεως κατά τον χρόνο $t=0$

a_1 : συντελεστής κατευθύνσεως της ευθείας. Ο συντελεστής αυτός εκφράζει σε μονάδες της Y την μεταβολή της τάσεως η οποία αντιστοιχεί σε μεταβολή του χρόνου κατά μία μονάδα.

$$\text{Όπου} \quad a_1 = \frac{\Sigma(t - \bar{t})(Yt - \bar{Y})}{\Sigma(t - \bar{t})^2} = \frac{n\Sigma t Yt - (\Sigma t)(\Sigma Yt)}{n\Sigma t^2 - (\Sigma t)^2}$$

Και

$$a_0 = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma t^2) - (\Sigma Yt)(\Sigma t)}{N(\Sigma t^2) - (\Sigma t)^2} = \bar{Y} - a_1(\bar{t}) Y$$

Μετά την εκτίμηση της ευθείας παλινδρόμησης γίνεται συνήθως έλεγχος της στατιστικής σημαντικότητας αυτής. Ελέγχεται δηλαδή η μηδενική υπόθεση

$$H_0: a_1 = 0$$

Παραβολή δευτέρας και τρίτης τάξης

Το πολυνύμιο $\hat{Y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$ είναι η γνωστή παραβολή δευτέρας τάξεως ενώ το πολυνύμιο

$\hat{Y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3$ είναι η γνωστή παραβολή τρίτης τάξης.

Γενική μορφή πολυωνυμικής τάσης είναι :

$$\hat{Y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_p t^p \text{ όπου} \\ 1 \leq p \leq N-1$$

Το κριτήριο για την επιλογή της καταλληλότερης παραβολικής τάσης όταν τη χρονολογική σειρά την έχουμε προσαρμόσει σε διάφορες παραβολικές τάσεις είναι εν προκειμένου η ελαχιστοποίηση του τυπικού σφάλματος S_y . Δηλαδή διατηρούμε ως συνάρτηση της τάσης την παραβολή με το μικρότερο τυπικό σφάλμα εκτιμήσεως.

Δεν πρέπει ωστόσο να δημιουργηθεί η εντύπωση ότι οι πολυωνυμικές τάσεις υψηλού βαθμού είναι πάντοτε επιθυμητές γιατί στην πραγματικότητα οι τάσεις αυτές πρέπει να χρησιμοποιούνται με επιφυλάξεις για τους παρακάτω λόγους:

Με την αύξηση του βαθμού p και την ως εκ τούτου στενότερη προσέγγιση των τιμών της παρατηρήσεως, η τάση απομακρύνεται από την κεντρική ομαλή μακροχρόνια κίνηση της χρονολογικής σειράς και συνεπώς ενσωματώνει σε μικρή ή μεγάλη έκταση κυκλικές, βραχυχρόνιες και άρρυθμες κυμάνσεις.

- Οι συντελεστές παλινδρομήσεως των υψηλού βαθμού πολυωνυμικών τάσεων είναι συγκριτικώς περισσότερο ασταθείς εξ επόψεως δειγματοληψίας.
- Η προσθήκη ανωτέρου βαθμού όρων εις την πολυωνυμική τάση δεδομένης χρονολογικής σειράς προκαλεί σοβαρές μετατοπίσεις της αντιστοίχου καμπύλης προς τα άκρα της διαθεσίμου χρονικής περιόδου.
- Αναμφίβολα η χρησιμοποίηση των πολυωνυμικών τάσεων είναι επιβεβλημένη όταν προτείνονται από ορισμένη θεωρία ή εάν η μορφή τους σαφώς αντανακλάται εις τα δεδομένα της παρατηρήσεως. Στις λοιπές όμως περιπτώσεις οι τάσεις αυτές –ακόμη και οι σχετικώς χαμηλού βαθμού- εφαρμόζονται μηχανικώς και γι'αυτό δεν προσφέρονται για προεκτάσεις εκτός των ορίων της παρατηρήσεως δηλαδή για αναδρομή στο άγνωστο παρελθόν και για πρόγνωση του μέλλοντος.

Εκθετική Τάση

Η τάση των χρονολογικών σειρών είναι δυνατό να διαμορφώνεται ως εκθετική συνάρτηση του χρόνου σύμφωνα προς το ακόλουθο υπόδειγμα:

$$\hat{Y} = a_0 * a_1 t^2$$

και γενικώς: $\hat{Y}_t = a_0 * a_1 t * a_2 t^2 * \dots * a_p t^p$

Παρατηρούμε ότι δια λογαριθμήσεως οι ανωτέρω συναρτήσεις μετασχηματίζονται σε λογαριθμικές παραβολές. Η παραπάνω συνάρτηση για παράδειγμα μετατρέπεται ως εξής.:

$$\text{Log } \hat{Y}_t = a'_0 + a'_1 t \quad (1)$$

όπου: $a_1 = \log a_1$ και $a_1 > 0$

Όσα ελέχθησαν προηγουμένως για τις παραβολικές τάσεις ισχύουν για για τις λογαριθμικές παραβολές. Η θεμελιώδης ιδιότητα των συναρτήσεων τούτων είναι ότι επιβάλλουν εις τις λογαριθμικές τιμές της τάσεως σταθερές διαφορές τάξεως p. Δηλαδή οι εκθετικές συναρτήσεις επιβάλλουν στις τιμές της τάσεως σταθερές ποσοστιαίες μεταβολές τάξεως p.

Υπό την προϋπόθεση ότι $a_0 > 0$, η τάση είναι αύξουσα εάν $a_1 > 1$, και φθίνουσα εάν $0 < a_1 < 1$

Η εκτίμηση των παραμέτρων a_0 και a_1 επιτυγχάνεται εμμέσως δι' εφαρμογής της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων. Συγκεκριμένως πρώτον εκτιμώνται οι παράμετροι \hat{a}_0 και \hat{a}_1 της παραπάνω εξίσωσης και εν συνεχείᾳ εξ' αυτών δια αντιλογαριθμήσεως λαμβάνονται οι a_0 και a_1 . Δεδομένου ότι η (1) είναι απλή γραμμική σχέση, το σύστημα των κανονικών εξισώσεων αυτής, το τυπικό σφάλμα εκτιμήσεως, τα τυπικά σφάλματα των συντελεστών παλινδρομήσεως κλπ συμπίπτουν προς τα αντίστοιχα της ευθυγράμμου τάσεως.

Τροποποιημένη εκθετική τάση

Η γνωστή μας εκθετική τάση έχει κάτω ή άνω ασύμπτωτον την τιμή 0. Προσθέτοντας λοιπόν στη συνάρτηση αυτή την σταθερά K, μεταθέτουμε την ασύμπτωτον εις την τιμή k:

$$\hat{Y}_t = k + a_0 * a_1'$$

Εις την συνάρτηση αυτή,

k: το όριο προς το οποίο τείνει η τάση εις πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές τιμές του χρόνου

α_0 : διαφορά της τάσης από την ασύμπτωτο στο χρόνο $t=0$.

α_{1-1} : ποσοστό οριακής μεταβολής (αυξήσεως ή μειώσεως) των πρώτων διαφορών της τάσεως

$$\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} = \frac{a_0(a_1)^{t+1} - a_0 a_1^t}{a_0 a_1^t} = a_1 - 1$$

Από την σύγκριση της απλής εκθετικής συναρτήσεως με την τροποποιημένη εκθετική προκύπτουν τα εξής

- 1) αμφότερες έχουν ασύμπτωτο- η πρώτη την τιμή 0 και η δεύτερη την τιμή κ
- 2) οι τιμές της πρώτης –αλλά όχι και της δεύτερης μεταβάλλονται με σταθερό ποσοστό α_{1-1}
- 3) αμφότερες οι πρώτες διαφορές αυξάνονται ή μειώνονται με σταθερό ποσοστό α_{1-1}

Kαμπύλη Compertz

Η καμπύλη Compertz έχει μαθηματική συνάρτηση της μορφής

$$\hat{Y}_t = k a_0^{a_1 t}$$

k = ασύμπτωτος της τάσεως

a_0 = αναλογία τάσεως και ασυμπτώτου αυτής κατά τον χρόνο $t=0$

α_{1-1} = ποσοστό μεταβολής (αυξήσεως ή μειώσεως) των πρώτων διαφορών των λογαρίθμων της τάσεως

Δια της λογαριθμήσεως της προκύπτει η ακόλουθος τροποποιημένη εκθετική συνάρτηση

$$\log \hat{Y}_t = \log k + (\log a_o)(a_1)^t$$

$$\text{όπου } \hat{Y}_t > 0, k > 0 \quad a_o > 0$$

Είναι φανερό ότι οι πρώτες διαφορές των λογαρίθμων της τάσεως η οποία ακολουθεί την καμπύλη Comptetz μεταβάλλονται με σταθερό ποσοστό.

2.3.5 Μέθοδος κινητών μέσων όρων

Ας υποθέσουμε ότι η χρονολογική σειρά Y_t , της οποίας ζητούμε να προσδιορίσουμε την τάση, αποτελείται από N τιμές:

$$Y_1, Y_2, \dots, Y_N$$

Για την εφαρμογή της μεθόδου των απλών κινητών μέσων θα υποθέσουμε ότι το συστηματικό μέρος καθεμιάς από τις χρονολογικές σειρές που υποβάλλουμε σε πρόβλεψη δε μεταβάλλεται διόλου ή δε μεταβάλλεται σοβαρά στη βραχυχρόνια περίοδο και ακόμα ότι η τυχαία συνιστώσα είναι σχετικά περιορισμένη.

Το πρώτο στάδιο εφαρμογής της μεθόδου των απλών κινητών μέσων όρων συνίσταται στην επιλογή των n πιο πρόσφατων τιμών της χρονολογικής σειράς Y_t , στον υπολογισμό του απλού (αστάθμητου) αριθμητικού μέσου όρου των τιμών αυτών και στον εντοπισμό του στο πιο πρόσφατο άκρο της περιόδου n (περίοδος εξομάλυνσης).

$$St = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-n+1}}{n} = \frac{1}{n} \sum_i Y_i \quad (i = t-n+1, t-n, t-n-1, \dots, t)$$

Όπου St : κινητός μέσος όρος της Y εντοπισμένος στο χρόνο t
 $Y_t = K + I_t$: τιμή της διαθέσιμης χρονολογικής σειράς Y κατά το χρόνο t
 n : αριθμός παρατηρήσεων της Y που καλύπτουν την περίοδο εξομάλυνσης

$$\text{Κατανομή } N(0, \sigma^2)$$

Παρατηρούμε ότι οι τιμές της τάσεως όπως υπολογίζονται με τη μέθοδο αυτή, είναι κινητοί μέσοι όροι των εκ παρατηρήσεως τιμών της Y εντοπισμένοι στο μέσο

της περιόδου προσαρμογής. Προφανώς, με τη μέθοδο αυτή δεν είναι δυνατό να λάβουμε τιμές της τάσεως για τις m πρώτες και τελευταίες τιμές της χρονολογικής σειράς.

Οι παραπάνω υπολογισμοί δυσχεραίνουν περισσότερο εάν η περίοδος προσαρμογής είναι άρτιος αριθμός ($n=2m$) . Τούτο διότι στην περίπτωση αυτή οι κεντρικές θεωρητικές τιμές των προσαρμοζομένων ευθειών δεν αντιστοιχούν στις αρχικές τιμές της χρονολογικής σειράς αλλά παρεμβάλλονται αυτών. Η κεντρική σημείο των τιμών αυτών γίνεται με εφαρμογή σ' αυτούς νέου κινητού μέσου δύο όρων ($n=2$).

➤ 2ος ΤΡΟΠΟΣ¹ εξομάλυνσης της τάσης με κινητούς μέσους όταν η περίοδος εξομάλυνσης είναι άρτιος αριθμός δηλαδή $n=2m$ είναι η εφαρμογή του παρακάτω τύπου (σταθμισμένος κινητός μέσος):

$$\hat{Y}_t = (0.5x_{t-m} + x_{t-m+1} + \dots + x_{t+m-1} + 0.5x_{t+m}) / n$$

όπου $m < t \leq N - m$, και N το σύνολο των παρατηρήσεων.

εάν η περίοδος προσαρμογής είναι περιττός αριθμός τότε σύμφωνα με τον Brockwell είναι καλύτερο να χρησιμοποιούμε τους απλούς κινητούς μέσους.

2.3.5.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου

Η μέθοδος των κινητών μέσων χρησιμοποιείται ευρύτατα, διότι είναι αντικειμενική, απλή και ευέλικτη. Κατ' αντίθεση προς τη μέθοδο των ενιαίων μαθηματικών συναρτήσεων, δεν επιβάλλει εις την τάση τον περιορισμό ότι πρέπει να διαμορφώνεται σύμφωνα προς ορισμένη μαθηματική συνάρτηση του χρόνου. Άλλωστε οι μαθηματικές τάσεις απλουστεύουν και σχηματοποιούν την μακροχρόνια κίνηση των χρονολογικών σειρών η οποία συνήθως είναι πολύ περισσότερο σύνθετη από όσο οι μαθηματικές συναρτήσεις είναι σε θέση να εκφράσουν.

¹ Brockwell J.Peter (1996). Introduction to time Series and Forecasting (3rd edition) p.30

Οι σοβαρότερες αδυναμίες της μεθόδου των κινητών μέσων:

- Μόνο οι N τελευταίες τιμές της Y λαμβάνονται υπόψη. Οι άλλες οι παλαιότερες αγνοούνται τελείως
- Οι N τελευταίες αυτές τιμές, μετέχουν στη διαμόρφωση της πρόβλεψης με ίση στάθμιση, ενώ είναι λογικό οι πιο πρόσφατες τιμές να διαδραματίζουν πιο αποφασιστικό ρόλο.
- Μεγάλο το κόστος γιατί πρέπει να διατηρούμε στο αρχείο μας τουλάχιστον τις τελευταίες N τιμές της Y.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΡΥΠΩΝ ΑΘΗΝΑΣ - ΠΕΙΡΑΙΑ (2000-2001)

Θεωρώ αναγκαίο να παραθέσω στην αρχή της εργασίας μου κάποια περιγραφικά μέτρα για τις τιμές των ρύπων που εξετάζουμε κατά τη διάρκεια των ετών 2000-2001. Συγκεκριμένα, η παρακάτω ανάλυση θα περιλαμβάνει τις μέσες μηνιαίες τιμές των ρύπων CO (μονοξειδίου του άνθρακα), NO₂ (διοξειδίου του αζώτου), NO (μονοξειδίου του αζώτου), O₃ (όζοντος) και SO₂ (διοξειδίου του θείου) των ετών 2000-2001 με τους σχετικούς πίνακες και διαγράμματα για τις πέντε περιοχές: Λυκόβρυσης, Πατησίων, Ν. Σμύρνης, Πειραιά και Περιστερίου καθώς και ετήσια σύγκριση αυτών (μέσες ετήσιες τιμές).

3.1 Μέσες μηνιαίες τιμές ρύπων

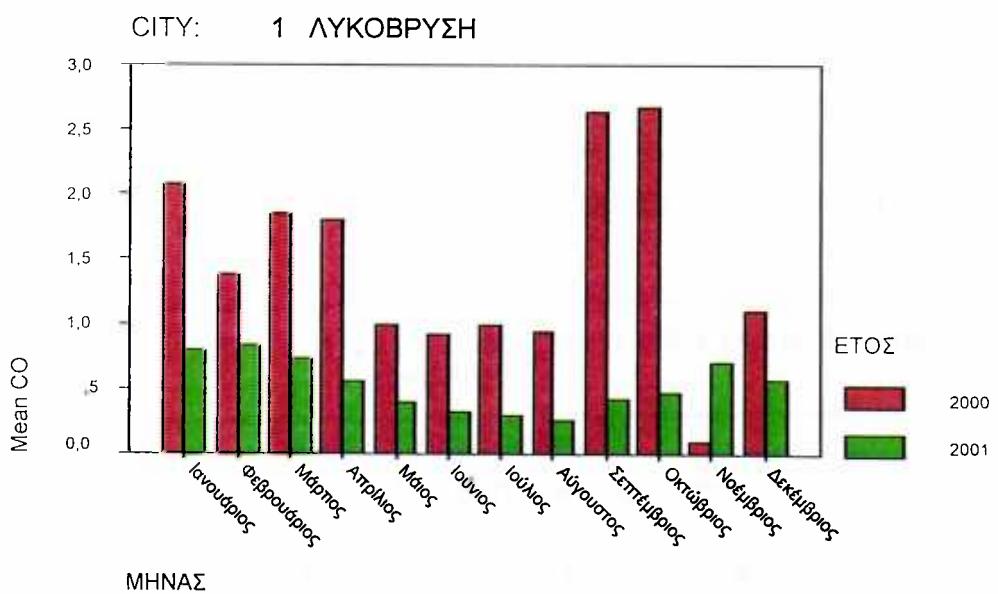
Στους πίνακες που ακολουθούν παραθέτουμε συγκεντρωτικά για το κάθε ρύπο τις μέσες μηνιαίες τιμές του με τα ανάλογα γραφήματά τους των ετών 2000-2001. Οι τιμές βρίσκονται συγκεντρωτικά για να είναι εύκολη η σύγκρισή τους.

i. Μονοξείδιο του άνθρακα

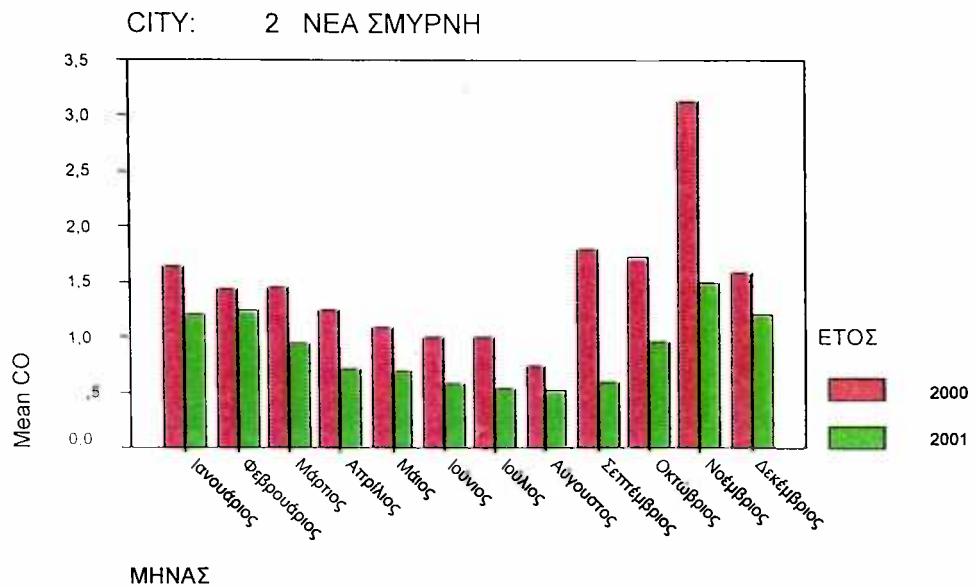
Πίνακας 3.1

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO) 2000-2001						
Περιοχές (τιμές σε mg/m ³)						
ΜΗΝΕΣ	ΕΤΗ	ΛΥΚ.	Ν. ΣΜΥΡΝΗ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ
IAN.	2000	2.08	1,64	4,65	2,41	-
IAN.	2001	0.79	1,21	3,77	2,37	1,05
ΦΕΒΡ.	2000	1.38	1,44	4.97	2,38	1,44
ΦΕΒΡ.	2001	0.83	1,24	3,74	2,00	1,12

ΜΗΝΕΣ	ΕΤΗ	ΑΥΚ.	Ν.ΣΜΥΡΝΗ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	ΠΕΙΡΑΙΑ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ
ΜΑΡΤ.	2000	1.85	1,45	4,80	1,78	1,66
ΜΑΡΤ.	2001	0.73	0,94	4,14	1,56	0,82
ΑΠΡΙΛ.	2000	1.80	1,25	4,69	1,52	1,44
ΑΠΡΙΛ.	2001	0.56	0,72	3,38	1,33	0,72
ΜΑΙΟΣ	2000	0.99	1,09	4,76	1,60	1,18
ΜΑΙΟΣ	2001	0.39	0,70	3,49	1,28	0,70
ΙΟΥΝ.	2000	0.92	1,00	3,34	1,51	1,37
ΙΟΥΝ.	2001	0.32	0,58	3,47	1,14	0,53
ΙΟΥΛ.	2000	0.99	1,00	4,69	-	1,29
ΙΟΥΛ.	2001	0.30	0,54	3,26	1,23	0,57
ΑΥΓ.	2000	0.95	0,74	2,96	-	0,50
ΑΥΓ.	2001	0.26	0,52	2,31	1,30	0,34
ΣΕΠΤ.	2000	2.64	1,80	5,00	-	-
ΣΕΠΤ.	2001	0.43	0,60	3,84	1,23	0,62
ΟΚΤ.	2000	2.67	1,73	5,46	-	0,97
ΟΚΤ.	2001	0.48	0,96	3,49	1,86	0,79
ΝΟΕΜ.	2000	0.10	3,13	8,61	-	1,57
ΝΟΕΜ..	2001	0.71	1,50	4,37	2,22	1,28
ΔΕΚ.	2000	1.11	1,58	5,32	2,69	1,57
ΔΕΚ.	2001	0.58	1,21	3,34	2,39	1,03

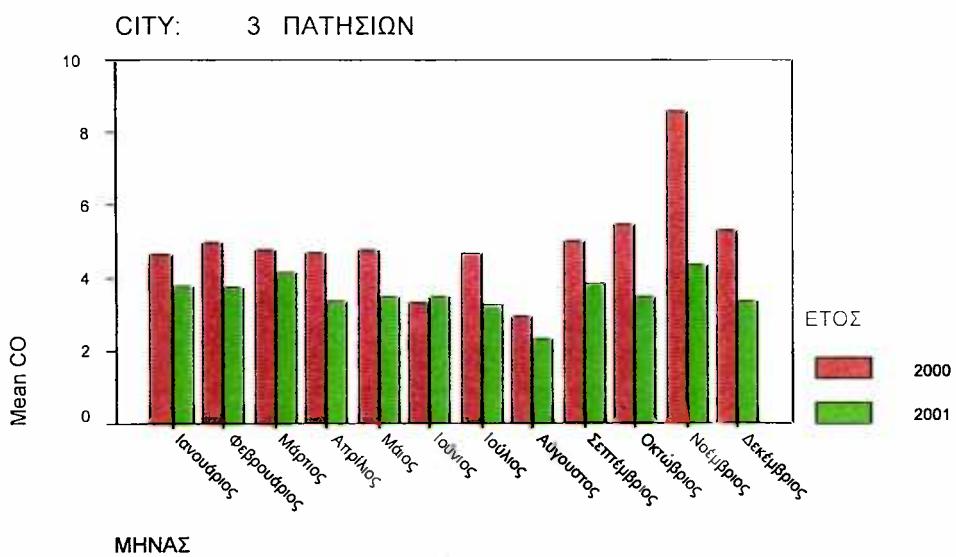


Διάγραμμα 3.1
Μηνιαίες τιμές CO σε mg/m³ Λυκόβρυσης 2000-2001



Διάγραμμα 3.2

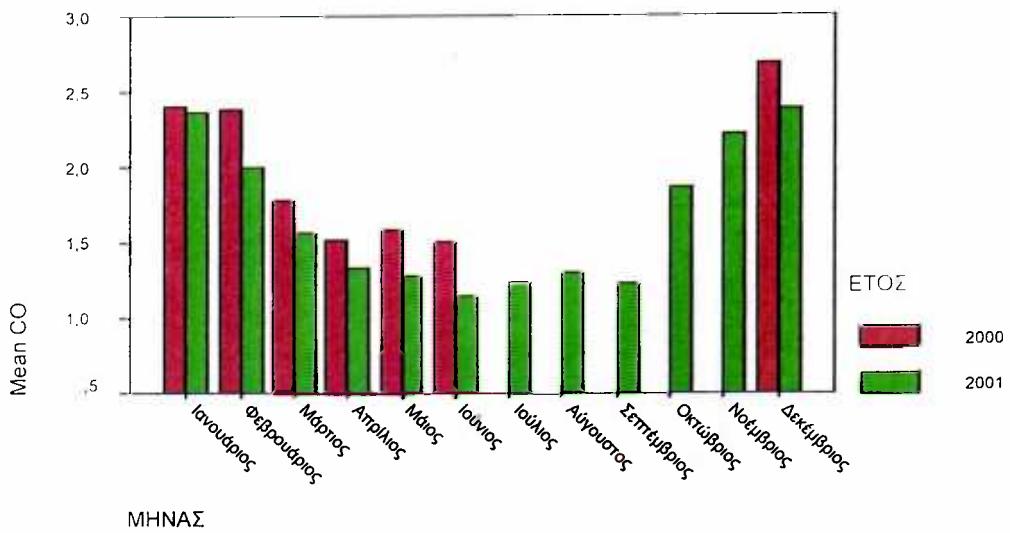
Μηνιαίες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα (CO) σε mg/m³ N. Σμύρνης
2000-2001



Διάγραμμα 3.3

Μηνιαίες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα (CO) σε mg/m³ - Πατησίων
2000-2001

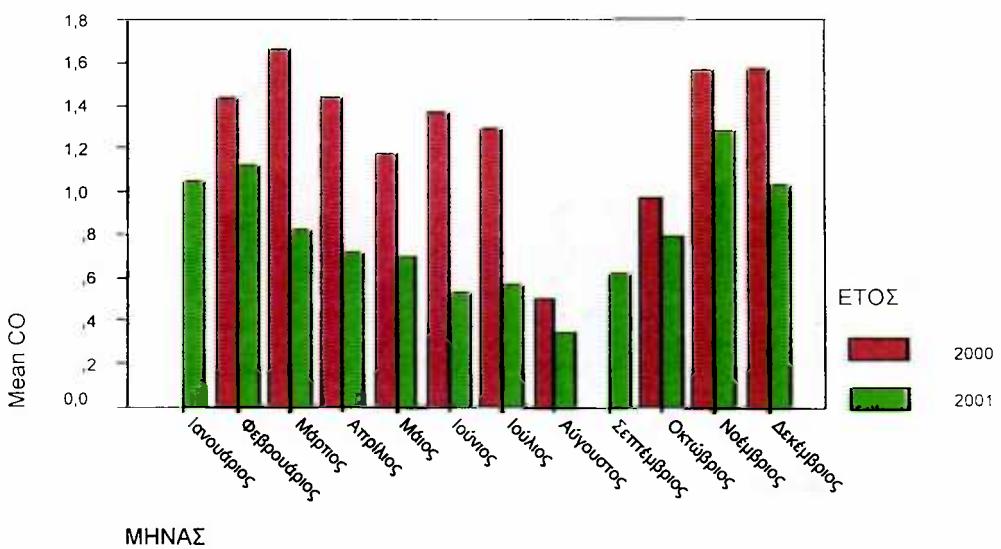
CITY: 4 ΠΕΙΡΑΙΑΣ



Διάγραμμα 3.4

Μηνιαίες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα (CO) σε mg/m³ Πειραιά
2000-2001

CITY: 5 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ



Διάγραμμα 3.5

Μηνιαίες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα (CO) σε mg/m³ Περιστερίου
2000-2001

Συμπέρασμα: Από τα παραπάνω παρατηρούμε σημαντική πτώση στις τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα σ' όλους τους σταθμούς κατά το έτος 2001. Μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται στο Κέντρο (Πατησίων) κατά τους φθινοπωρινούς- χειμερινούς μήνες.

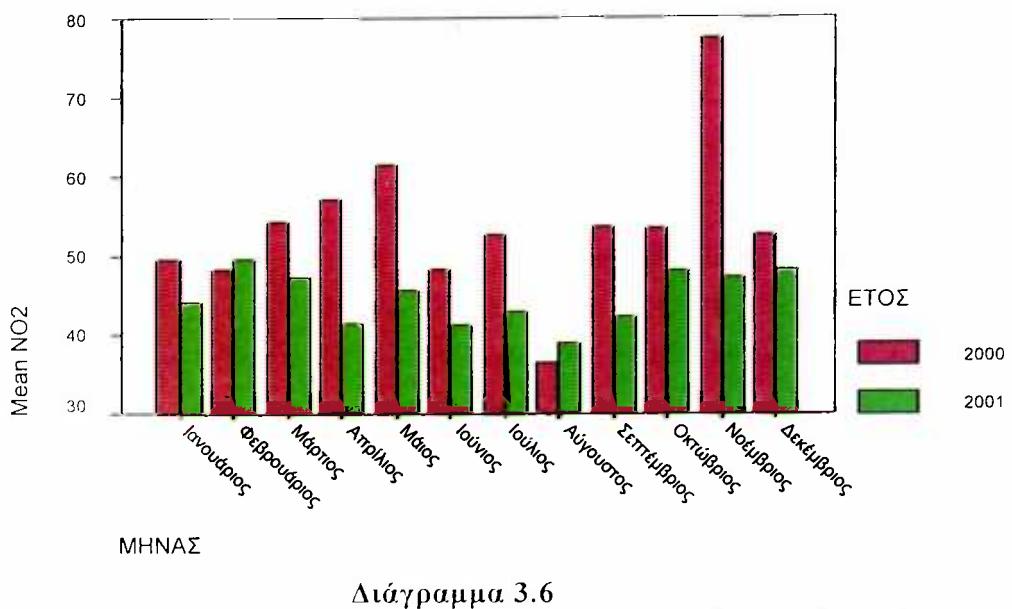
ii. Διοξείδιο του αζώτου

Ακολουθεί συγκεντρωτικός πίνακας των μέσων μηνιαίων τιμών του διοξειδίου του Αζώτου κατά τα έτη 2000-2001 στις περιοχές που ενδεικτικά εξετάζουμε.

Πίνακας 3.2

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO ₂) 2000-2001						
Περιοχές (τιμές σε mg/m ³)						
ΜΗΝΕΣ	ΕΤΗ	ΛΥΚ.	Ν. ΣΜΥΡΝΗ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ
ΙΑΝ.	2000	31,26	49,48	89,02	-	51,90
ΙΑΝ.	2001	33,15	44,12	74,59	64,17	42,09
ΦΕΒΡ.	2000	34,14	48,35	95,56	72,68	53,97
ΦΕΒΡ.	2001	40,12	49,50	87,81	68,02	47,09
ΜΑΡΤ.	2000	43,11	54,28	107,71	67,72	75,05
ΜΑΡΤ.	2001	53,57	47,22	102,34	65,86	41,20
ΑΠΡΙΛ.	2000	29,71	57,20	108,34	78,95	59,99
ΑΠΡΙΛ.	2001	39,51	41,37	99,37	73,11	36,56
ΜΑΙΟΣ	2000	38,13	61,62	110,58	81,24	57,25
ΜΑΙΟΣ	2001	36,85	45,58	108,65	71,48	42,57
ΙΟΥΝ.	2000	22,55	48,32	98,33	85,20	43,86
ΙΟΥΝ.	2001	33,38	41,26	117,99	75,28	39,30
ΙΟΥΛ.	2000	38,15	52,53	98,75	-	44,32
ΙΟΥΛ.	2001	36,28	42,81	112,21	75,67	36,99
ΑΥΓ.	2000	19,13	36,35	70,84	-	-
ΑΥΓ.	2001	24,37	39,00	91,82	72,24	15,86
ΣΕΠΤ.	2000	50,25	53,71	104,81	-	48,93
ΣΕΠΤ.	2001	42,86	42,27	112,13	56,55	36,35
ΟΚΤ.	2000	39,85	53,46	95,64	-	47,68
ΟΚΤ.	2001	35,93	48,09	93,54	75,10	40,08
ΝΟΕΜ.	2000	53,83	77,44	106,04	-	47,90
ΝΟΕΜ..	2001	41,62	47,26	82,28	63,57	43,49
ΔΕΚ.	2000	41,26	52,63	77,83	58,37	40,67
ΔΕΚ.	2001	33,55	48,29	63,21	55,52	43,75

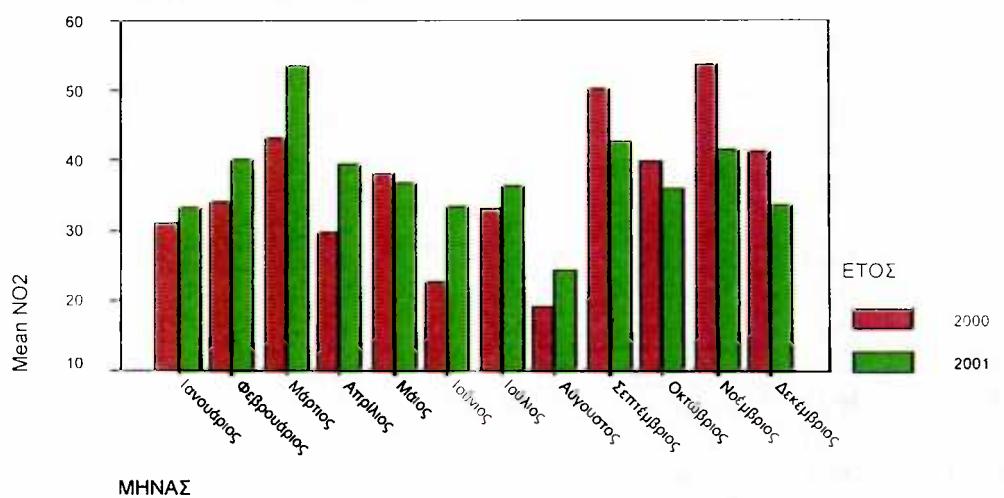
CITY: 2 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ



Διάγραμμα 3.6

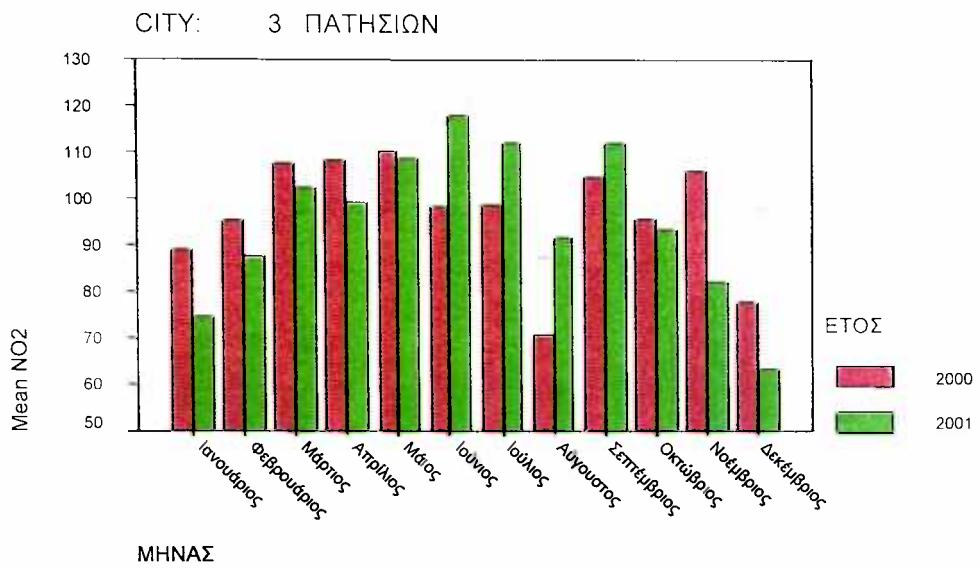
Μηνιαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου (NO₂) σε mg/m³ Ν. Σμύρνης
2000-2001

CITY: 1 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ



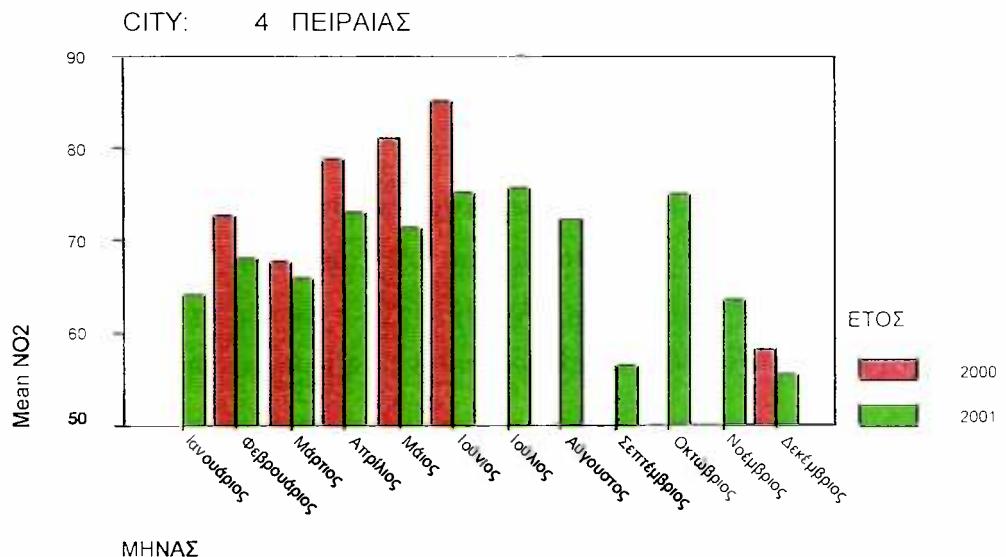
Διάγραμμα 3.7

Μηνιαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου (NO₂) σε mg/m³ Λυκόβρυσης
2000-2001



Διάγραμμα 3.8

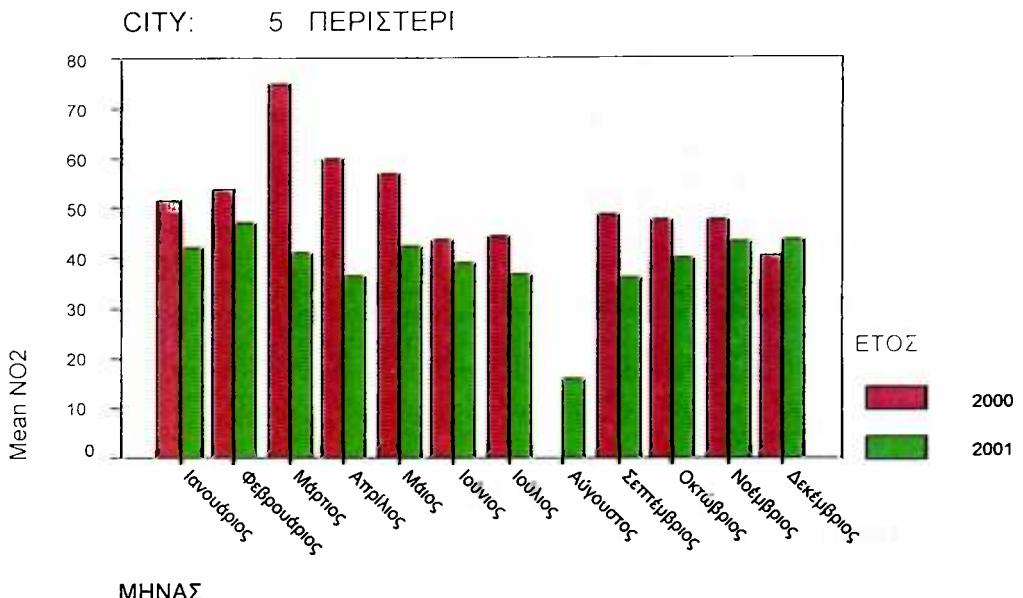
Μηνιαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου (NO₂) σε mg/m³ Πατησίων
2000-2001



Διάγραμμα 3.9

Μηνιαίες τιμές NO₂ σε mg/m³ Πειραιά 2000-2001¹

¹ τιμές για το NO₂ δεν έχουμε για όλους τους μήνες τους 2000



Διάγραμμα 3.10

Μηνιαίες τιμές διοξειδίου του αζώτου (NO_2) σε mg/m^3 Περιστερίου
2000-2001

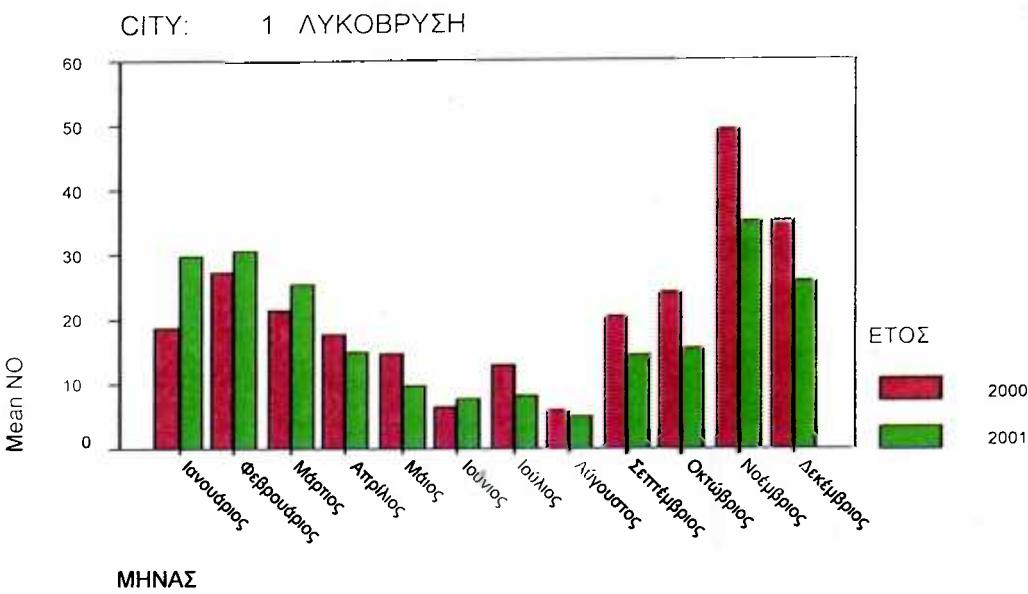
Συμπέρασμα: Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι οι μεγαλύτερες τιμές του διοξειδίου του αζώτου παρουσιάζονται στο Κέντρο (Πατησίων) και οι μικρότερες στην περιοχή της Λυκόβρυσης. Κατά το έτος 2001 στη Ν. Σμύρνη-Περιστέρι παρατηρήθηκε σημαντική μείωση των τιμών του.

iii. Μονοξείδιο του αζώτου

Ακολουθεί συγκεντρωτικός πίνακας των μέσων μηνιαίων τιμών του μονοξειδίου του αζώτου ετών 2000-2001.

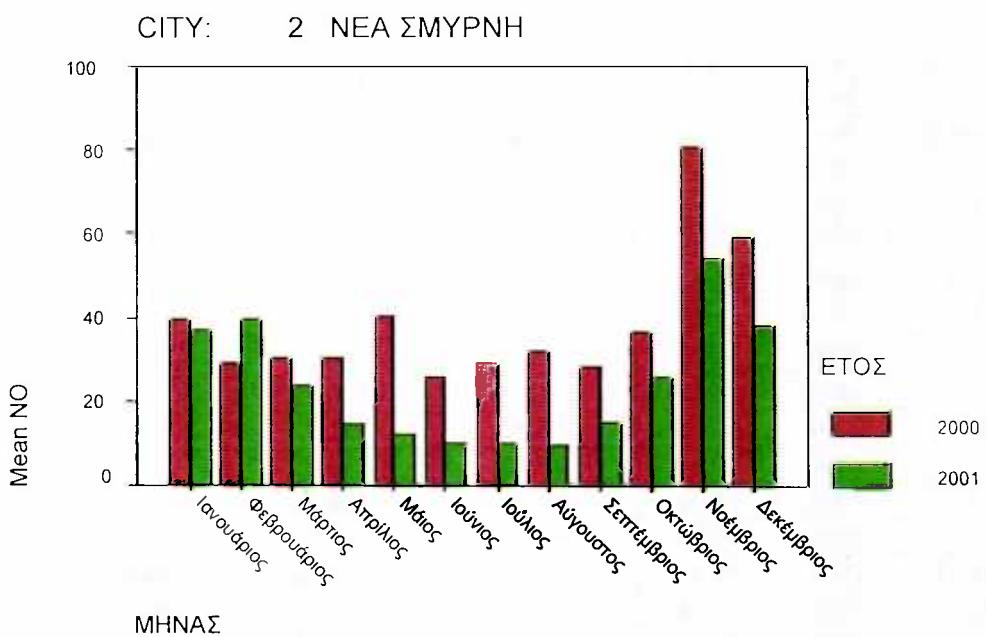
Πίνακας 3.3

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO)						
2000-2001						
Περιοχές (τιμές σε mg/m ³)						
ΜΗΝΕΣ	ΕΤΗ	ΛΥΚ.	Ν. ΣΜΥΡΝΗ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ
ΙΑΝ.	2000	18.67	39.39	135.53	-	38.58
ΙΑΝ.	2001	29.97	36.74	145.75	82.86	26.88
ΦΕΒΡ.	2000	27.39	29.20	141.56	52.98	41.10
ΦΕΒΡ.	2001	30.66	39.24	150.17	66.18	25.10
ΜΑΡΤ.	2000	21.33	30.33	139.18	38.36	39.59
ΜΑΡΤ.	2001	25.34	23.75	153.80	48.19	13.63
ΑΠΡΙΛ.	2000	17.62	30.25	115.85	38.45	30.08
ΑΠΡΙΛ.	2001	14.83	14.58	115.61	41.62	8.59
ΜΑΙΟΣ	2000	14.77	40.23	108.06	33.22	15.30
ΜΑΙΟΣ	2001	9.76	12.05	118.01	35.57	8.26
ΙΟΥΝ.	2000	6.53	25.63	83.31	35.43	16.14
ΙΟΥΝ.	2001	7.71	10.14	110.43	33.57	4.72
ΙΟΥΛ.	2000	13.06	29.23	88.99	-	15.64
ΙΟΥΛ	2001	8.14	9.82	88.81	34.16	4.33
ΑΥΓ.	2000	5.86	32.01	44.74	-	-
ΑΥΓ.	2001	4.92	9.62	63.41	27.23	2.74
ΣΕΠΤ.	2000	20.53	28.18	120.51	-	23.35
ΣΕΠΤ.	2001	14.45	14.82	121.23	29.64	8.25
ΟΚΤ.	2000	24.19	36.58	118.73	-	25.08
ΟΚΤ.	2001	15.36	25.74	118.28	43.45	13.41
ΝΟΕΜ.	2000	49.33	80.60	210.84	-	39.52
ΝΟΕΜ..	2001	35.21	54.18	161.00	79.04	33.34
ΔΕΚ.	2000	35.28	59.38	175.44	89.69	38.22
ΔΕΚ.	2001	25.84	38.29	127.25	85.85	29.14



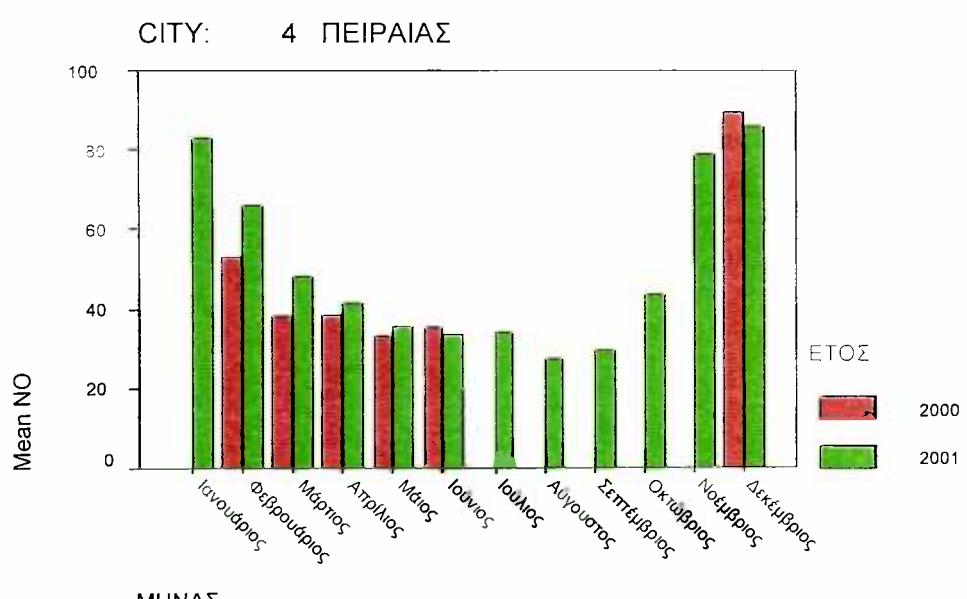
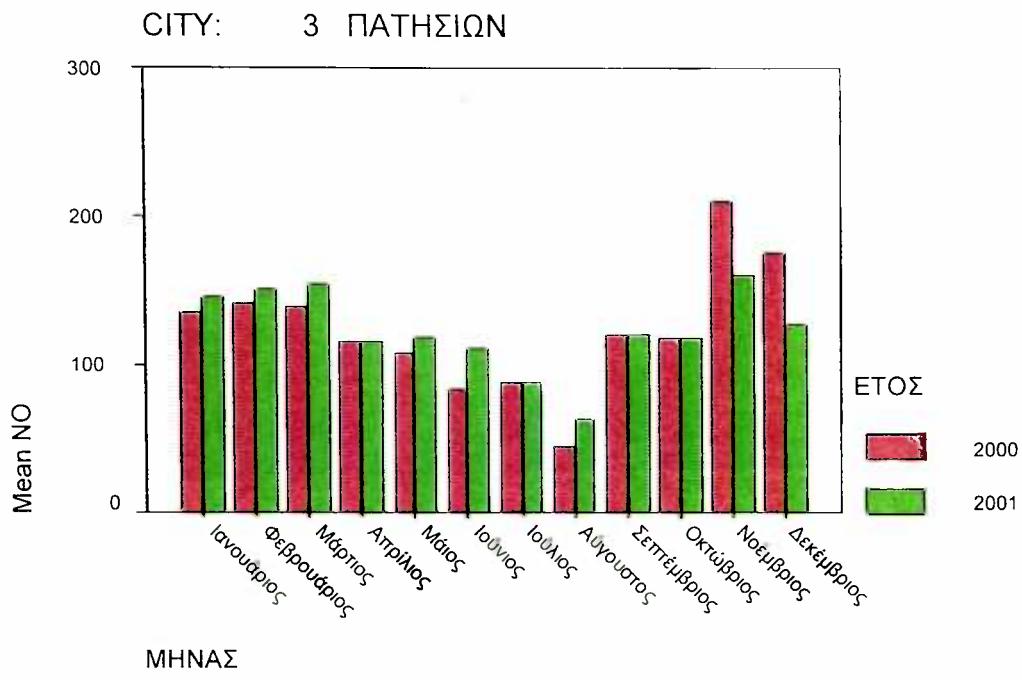
Διάγραμμα 3.11

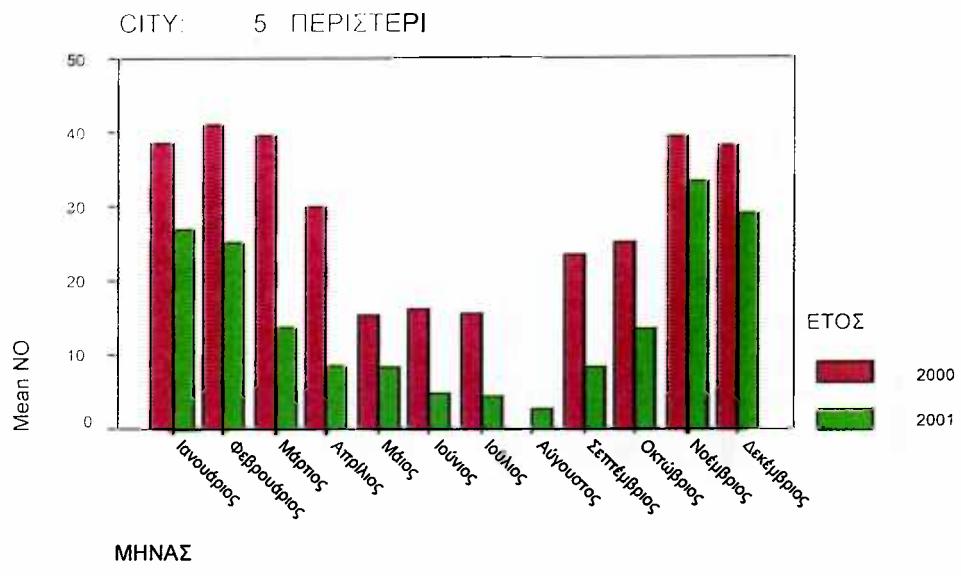
Μηνιαίες τιμές μονοξειδίου του αζώτου (NO) σε mg/m³ - Λυκόβρυση
2000-2001



Διάγραμμα 3.12

Μηνιαίες τιμές μονοξειδίου του αζώτου (NO) σε mg/m³ - Ν. Σμύρνη
2000-2001





Διάγραμμα 3.15

**Μηνιαίες τιμές μονοξειδίου του αζώτου (NO) σε mg/m^3 -Περιστερίου
2000-2001**

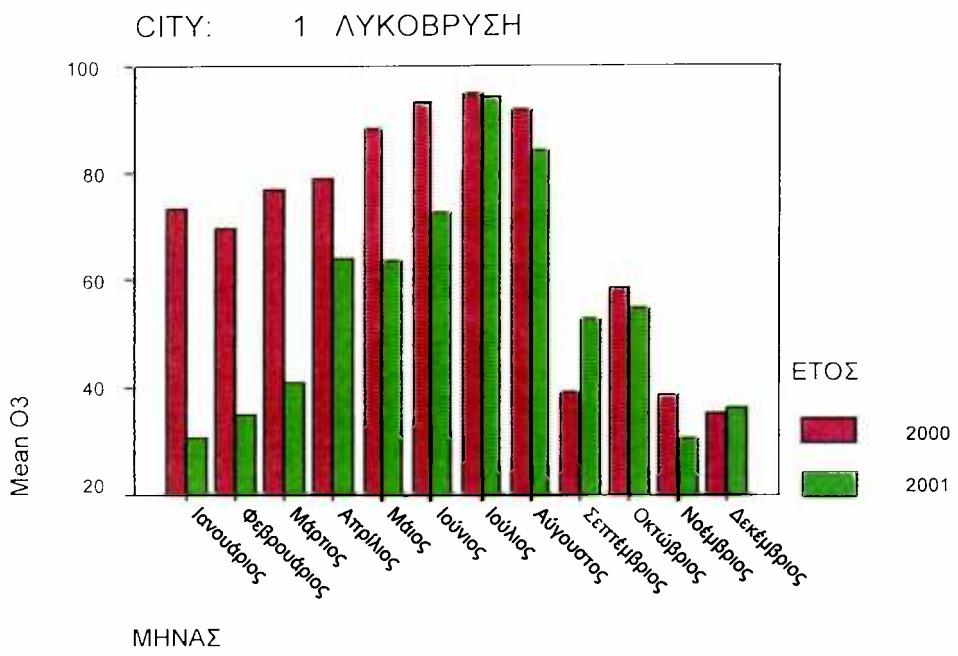
Συμπέρασμα: Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι μεγαλύτερες τιμές του μονοξειδίου του αζώτου παρουσιάζονται στο κέντρο της πόλης κυρίως τους φθινοπωρινούς-χειμερινούς μήνες (Νοέμβριο-Δεκέμβριο) ενώ οι μικρότερες στην περιοχή της Λυκόβρυσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιο-Ιούλιο-Αύγουστο). Γενικά παρατηρείται πτωτική τάση των τιμών του κατά τους καλοκαιρινούς μήνες σ' όλους τους σταθμούς.

iv. **Οξον**

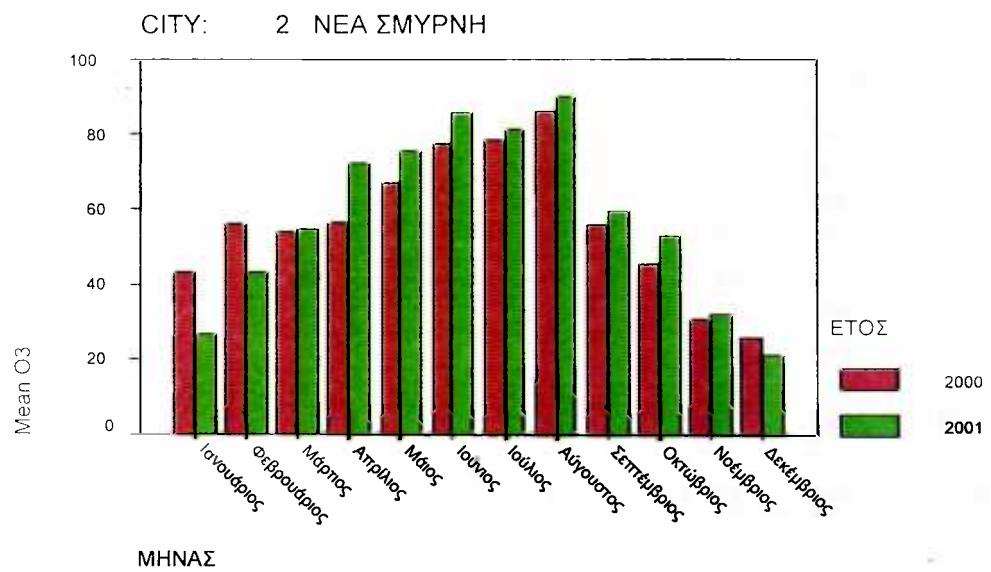
Ακολουθεί συγκεντρωτικός πίνακας των τιμών του όζοντος κατά τα έτη 2000-2001.

Πίνακας 3.4

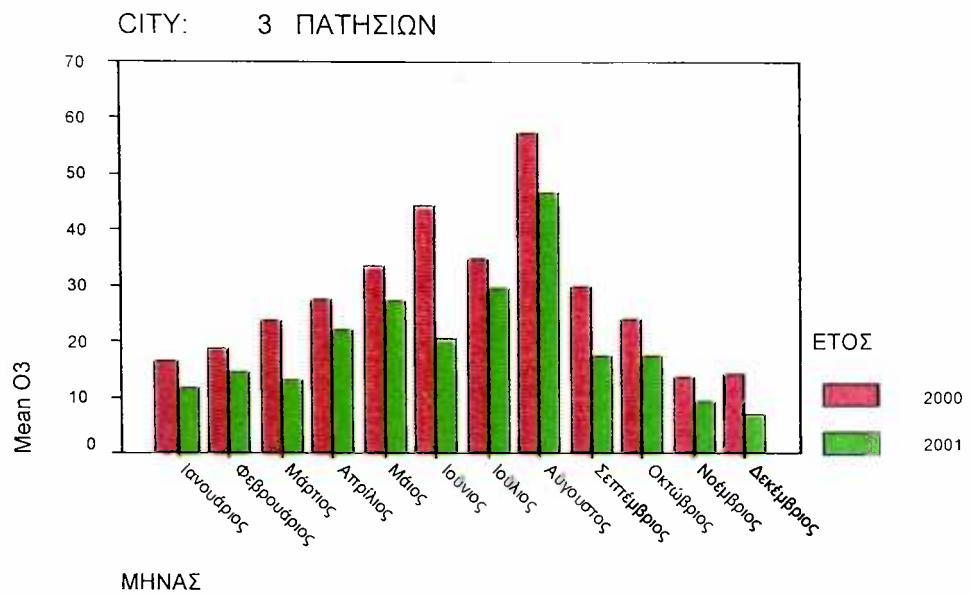
ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ (O ₃)						
2000-2001						
Περιοχές (τιμές σε mg/m ³)						
ΜΗΝΕΣ	ΕΤΗ	ΛΥΚ.	Ν. ΣΜΥΡΝΗ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ
ΙΑΝ.	2000	73,50	43,27	16,42	26,97	42,00
ΙΑΝ.	2001	30,70	26,36	11,70	-	29,06
ΦΕΒΡ.	2000	69,85	55,97	18,95	28,84	-
ΦΕΒΡ.	2001	34,97	43,13	14,57	-	40,52
ΜΑΡΤ.	2000	77,06	53,87	23,84	43,28	22,33
ΜΑΡΤ.	2001	40,78	55,94	13,14	-	56,68
ΑΠΡΙΛ.	2000	79,00	56,53	27,74	47,70	17,31
ΑΠΡΙΛ.	2001	64,31	72,33	22,04	-	71,08
ΜΑΙΟΣ	2000	88,44	67,06	33,67	65,66	26,36
ΜΑΙΟΣ	2001	63,67	75,41	27,16	-	72,61
ΙΟΥΝ.	2000	93,46	77,69	44,57	18,95	32,22
ΙΟΥΝ.	2001	72,70	85,86	20,74	-	86,80
ΙΟΥΛ.	2000	95,14	78,55	34,78	-	28,85
ΙΟΥΛ.	2001	94,26	81,29	29,75	-	83,60
ΑΥΓ.	2000	92,18	86,36	57,57	-	38,54
ΑΥΓ.	2001	84,27	89,93	46,87	-	93,60
ΣΕΠΤ.	2000	39,29	56,07	29,92	-	59,03
ΣΕΠΤ.	2001	52,78	59,62	17,38	-	60,45
ΟΚΤ.	2000	58,84	45,83	24,08	-	49,84
ΟΚΤ.	2001	55,01	53,11	17,40	46,59	58,20
ΝΟΕΜ.	2000	38,79	30,76	13,78	-	25,53
ΝΟΕΜ..	2001	30,47	32,07	9,17	22,81	28,50
ΔΕΚ.	2000	35,38	25,73	14,22	13,08	26,57
ΔΕΚ.	2001	36,41	21,14	7,02	14,58	24,75



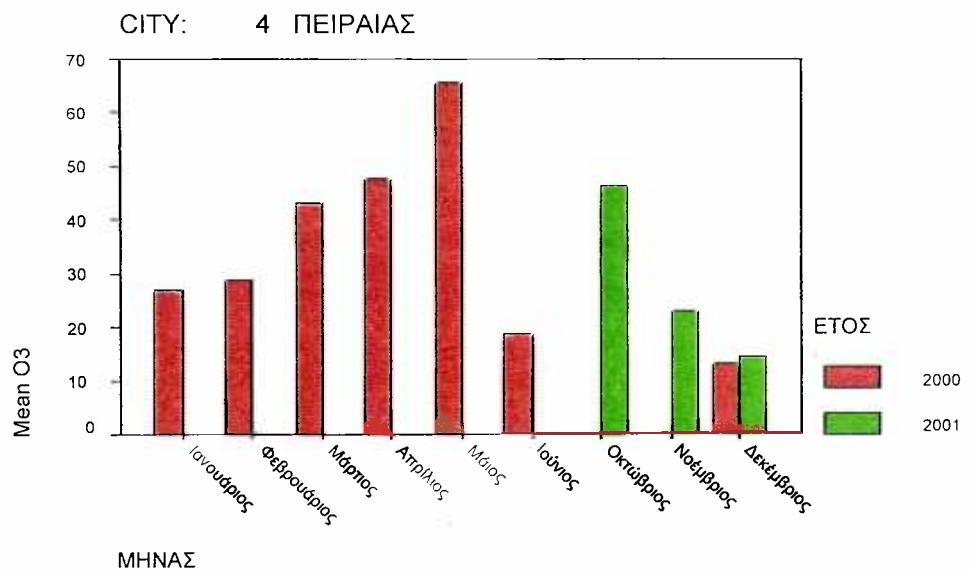
Διάγραμμα 3.16
Μηνιαίες τιμές όζοντος (O_3) σε mg/m^3 - Λυκόβρυση
2000-2001



Διάγραμμα 3.17
Μηνιαίες τιμές όζοντος (O_3) σε mg/m^3 - Ν. Σμύρνη
2000-2001

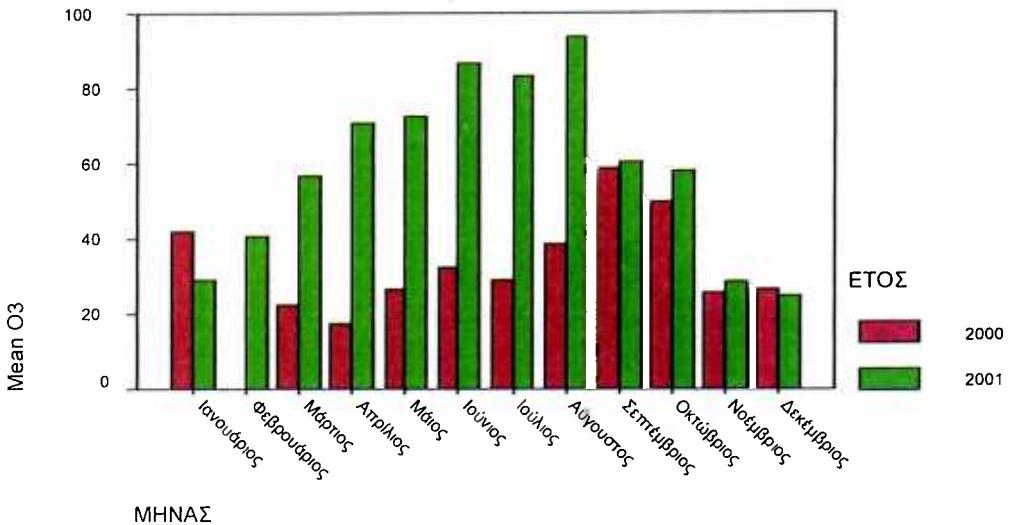


Διάγραμμα 3.18
Μηνιαίες τιμές όζοντος (O_3) σε mg/m^3 - Πατησίων
2000-2001



Διάγραμμα 3.19
Μηνιαίες τιμές όζοντος (O_3) σε mg/m^3 - Πειραιά
2000-2001

CITY: 5 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ



Διάγραμμα 3.20

Μηνιαίες τιμές όζοντος (O_3) σε mg/m^3 -Περιστερίου

2000-2001

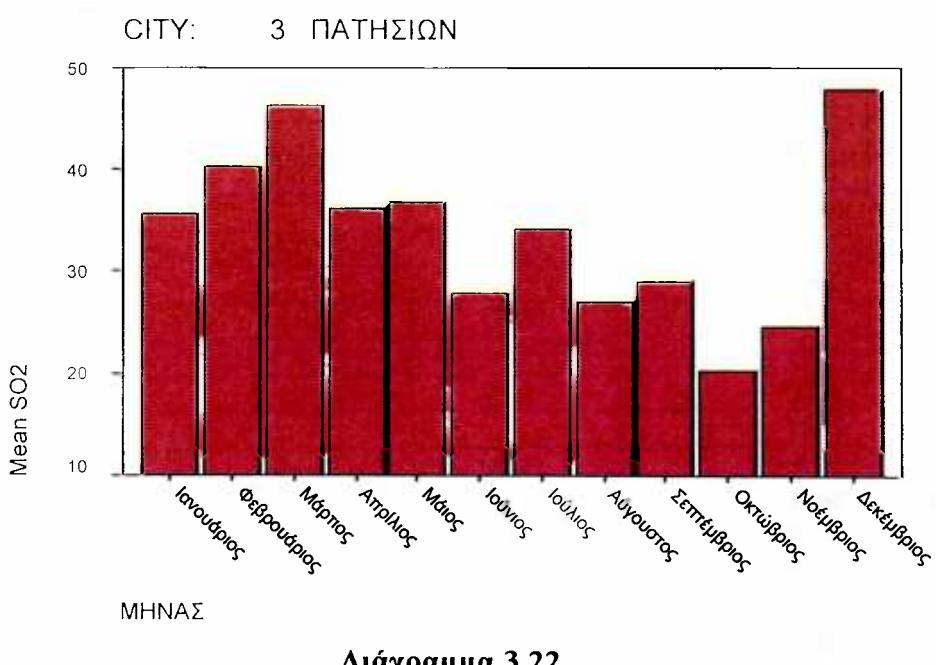
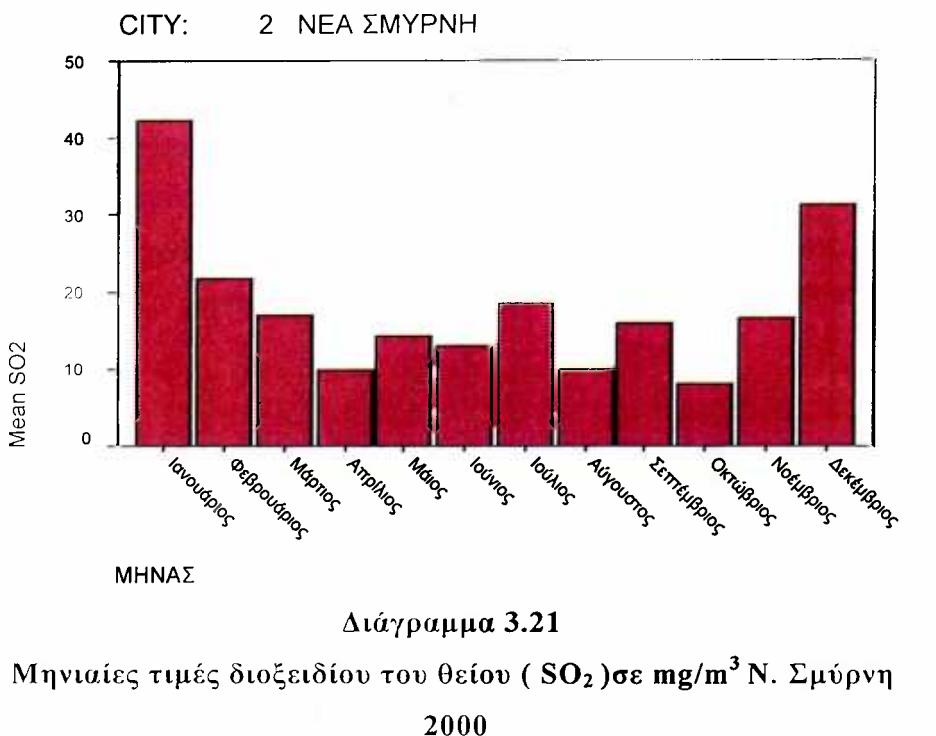
Συμπέρασμα: Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι οι μεγαλύτερες τιμές του όζοντος παρουσιάζονται στην περιφέρεια της πόλης και κυρίως στα βόρεια προάστια της (Λυκόβρυση), κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών (Ιούνιο- Ιούλιο και Αύγουστο) λόγω της αυξημένης ηλιοφάνειας τους. Γενικά, αυξημένες τιμές του ρύπου παρουσιάζονται το καλοκαίρι σ' όλους τους σταθμούς.

v. Διοξείδιο του θείου

Ακολουθεί συγκεντρωτικός πίνακας των μέσων μηνιαίων τιμών του διοξειδίου του θείου κατά τα έτη 2000-2001. *To Υπουργείο δεν είχε τιμές του διοξειδίου του θείου για το έτος 2001 όπως και για κάποιους μήνες του 2000 λόγω προβλημάτων στη λειτουργία των μηχανημάτων μετρήσεως.*

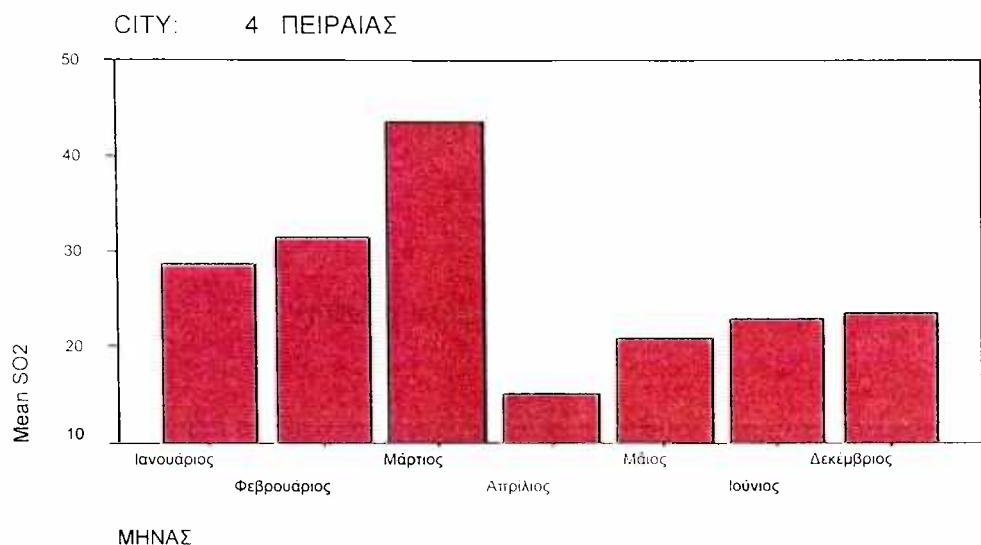
Πίνακας 3.5

ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO ₂)						
2000-2001						
Περιοχές (τιμές σε mg/m ³)						
ΜΗΝΕΣ	ΕΤΗ	ΛΥΚ.	Ν. ΣΜΥΡΝΗ	ΠΑΤΗΣΙΩΝ	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ
ΙΑΝ.	2000	-	42,35	35,66	28,80	10,67
ΙΑΝ.	2001	-	-	-	-	-
ΦΕΒΡ.	2000	-	21,70	40,39	31,47	9,25
ΦΕΒΡ.	2001	-	-	-	-	-
ΜΑΡΤ.	2000	-	16,92	46,27	43056	9,33
ΜΑΡΤ.	2001	-	-	-	-	-
ΑΠΡΙΛ.	2000	-	9,87	36,26	15,24	10,44
ΑΠΡΙΛ.	2001	-	-	-	-	-
ΜΑΙΟΣ	2000	-	14,38	36,89	21,03	9,93
ΜΑΙΟΣ	2001	-	-	-	-	-
ΙΟΥΝ.	2000	-	13,11	27,85	23,02	14,77
ΙΟΥΝ.	2001	-	-	-	-	-
ΙΟΥΛ.	2000	-	18,57	34,18	-	23,03
ΙΟΥΛ.	2001	-	-	-	-	-
ΑΥΓ.	2000	-	10,18	27,01	-	-
ΑΥΓ.	2001	-	-	-	-	-
ΣΕΠΤ.	2000	-	15,90	29,14	-	9,43
ΣΕΠΤ.	2001	-	-	-	-	-
ΟΚΤ.	2000	-	8,06	20,37	-	6,33
ΟΚΤ.	2001	--	-	-	-	-
ΝΟΕΜ.	2000	-	16,66	24,68	-	6,00
ΝΟΕΜ..	2001	-	-	-	-	-
ΔΕΚ.	2000	-	31,25	47,83	23,69	27,41
ΔΕΚ.	2001	-	-	-	-	-



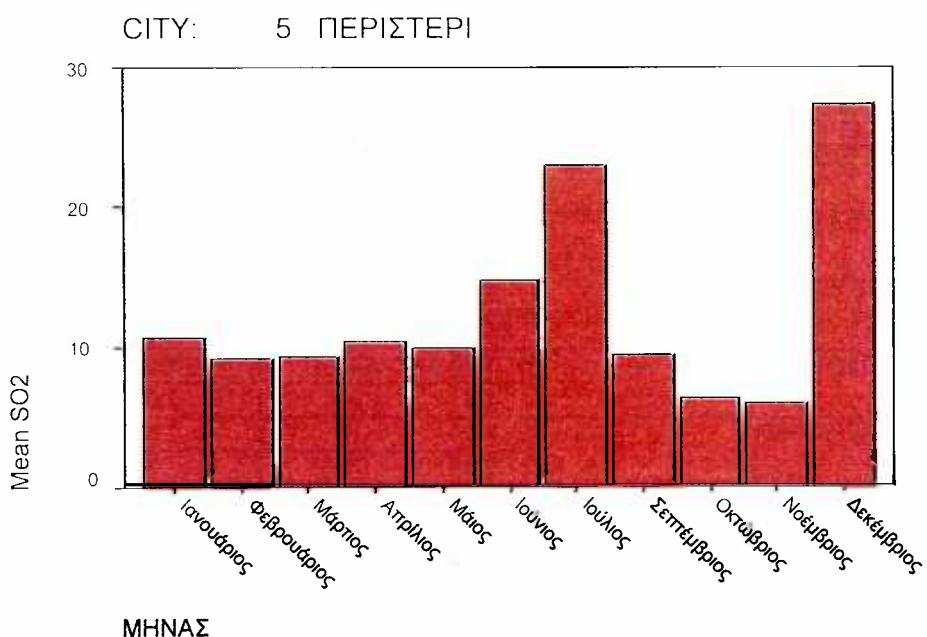
Διάγραμμα 3.22

Μηνιαίες τιμές διοξειδίου του θείου SO₂ σε mg/m³-Πατησίων
2000



Διάγραμμα 3.23

Μηνιαίες τιμές διοξειδίου του θείου (SO₂) σε mg/m³ Πειραιά
2000



Διάγραμμα 3.24

Μηνιαίες τιμές διοξειδίου του θείου (SO₂) σε mg/m³ -Περιστερίου 2000

Συμπέρασμα: Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι μεγαλύτερες τιμές του διοξειδίου του θείου παρουσιάζονται στο κέντρο της πόλης κατά τους χειμερινούς μήνες.

3.2 Σύγκριση μέσων ετήσιων τιμών ρύπων

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται σύγκριση των πέντε περιοχών όσο αφορά τις μέσες ετήσιες τιμές των ρύπων που εξετάζουμε (2000-2001). Οι τιμές που παρατηρούμε στους πίνακες προέρχονται από το άθροισμα των μέσων μηνιαίων τιμών του κάθε στοιχείου διαιρεμένο με το 12.

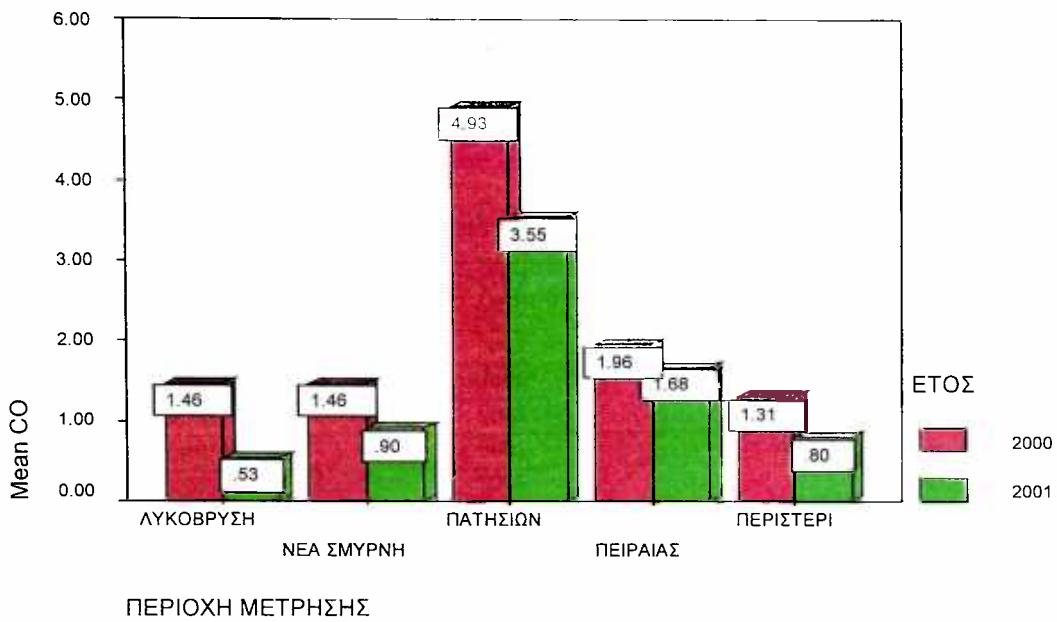
i. Μονοξείδιο του άνθρακα

Πίνακας 3.6

Μέσες ετήσιες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα σε mg/m^3

Descriptive Statistics

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΤΟΣ	Mean
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	2000	1.46461
	2001	.53077
ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	2000	1.46396
	2001	.89942
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	2000	4.92715
	2001	3.54725
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	2000	1.95608
	2001	1.67901
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	2000	1.30528
	2001	.79713



Διάγραμμα 3.25

Μέσες ετήσιες τιμές μονοξειδίου του άνθρακα σε mg/m^3

2000-2001

Συμπέρασμα: Από τον πίνακα 3.6 και διάγραμμα 3.25 παρατηρούμε ότι η περιοχή Πατησίων παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση μονοξειδίου του άνθρακα συγκριτικά με τις υπόλοιπες περιοχές και ακολουθεί ο Πειραιάς, ενώ οι υπόλοιπες περιοχές δε φαίνεται να παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους. Επιπλέον παρατηρούμε ότι οι τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα σε όλες τις περιοχές παρουσίασαν σημαντική μείωση το 2001 σε σύγκριση με το 2000.

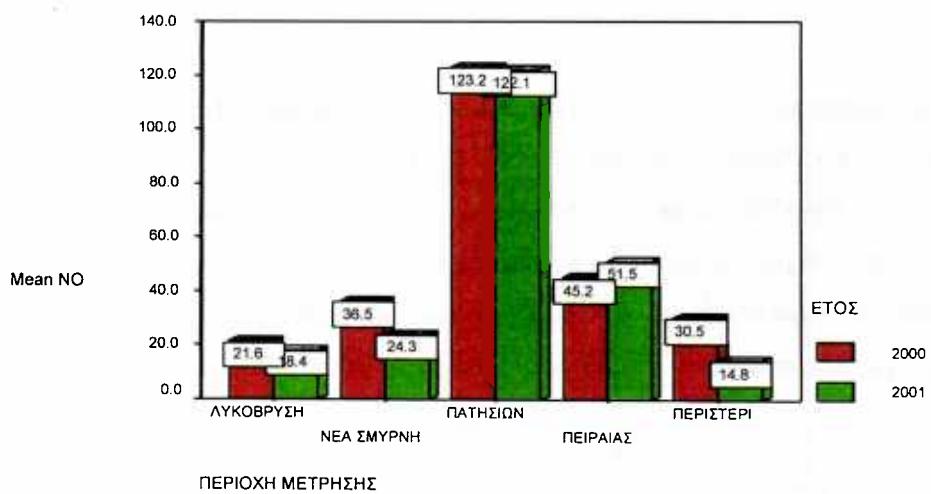
ii. Μονοξείδιο του αζώτου

Πίνακας 3.7

Μέσες ετήσιες τιμές μονοξειδίου του αζώτου σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2000-2001

Descriptive Statistics

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΤΟΣ	Mean
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	2000	21.55296
	2001	18.42216
ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	2000	36.47407
	2001	24.30366
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	2000	123.2176
	2001	122.0984
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	2000	45.15077
	2001	51.50385
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	2000	30.52301
	2001	14.76628



Διάγραμμα 3.26

Μέσες ετήσιες τιμές μονοξειδίου του αζώτου σε mg/m^3

2000-2001

Συμπέρασμα: Από το πίνακα 3.7 και το διάγραμμα 3.26 παρατηρούμε ότι τη μεγαλύτερη συγκέντρωση μονοξειδίου του αζώτου φαίνεται να παρουσιάζει η περιοχή της Πατησίων και ακολουθεί ο Πειραιάς ενώ οι υπόλοιπες περιοχές φαίνεται να κυμαίνονται στα ίδια περίπου επίπεδα. Από όλες τις περιοχές ο Πειραιάς παρουσιάζει αύξηση στη συγκέντρωση μονοξειδίου του αζώτου το έτος 2001 ενώ στις υπόλοιπες παρατηρείται μείωση των τιμών του ρύπου ιδιαίτερα στο Περιστέρι όπου η τιμή από 30,52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατέβηκε στα 14,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

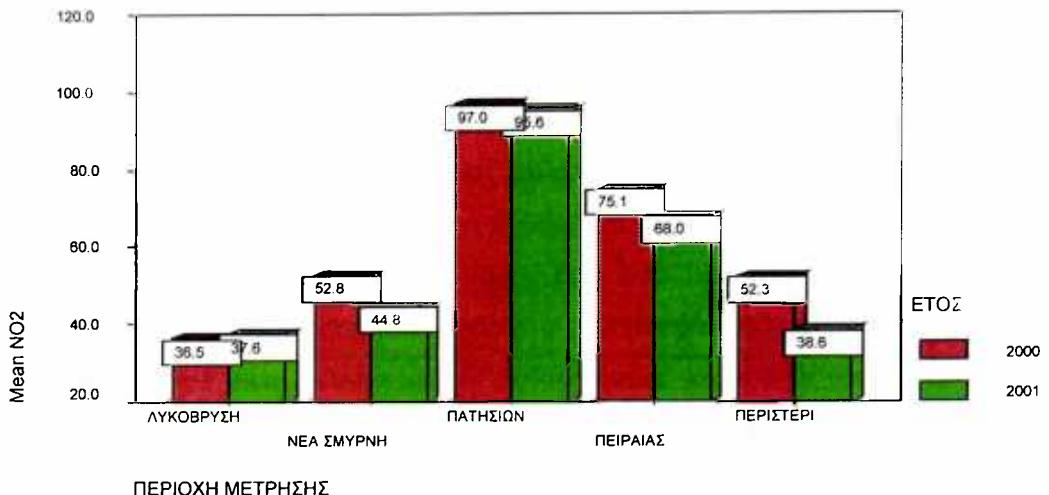
iii. Διοξείδιο του αζώτου

Πίνακας 3.8

Μέσες ετήσιες τιμές διοξειδίου του αζώτου (NO_2) σε mg/m^3 2000-2001

Descriptive Statistics

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΤΟΣ	Mean
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	2000	36.46489
	2001	37.55849
ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	2000	52.79055
	2001	44.80712
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	2000	96.97016
	2001	95.61499
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	2000	75.05111
	2001	67.95179
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	2000	52.33725
	2001	38.59203



Διάγραμμα 3.27

Μέσες ετήσιες τιμές NO₂ σε mg/m³

2000-2001

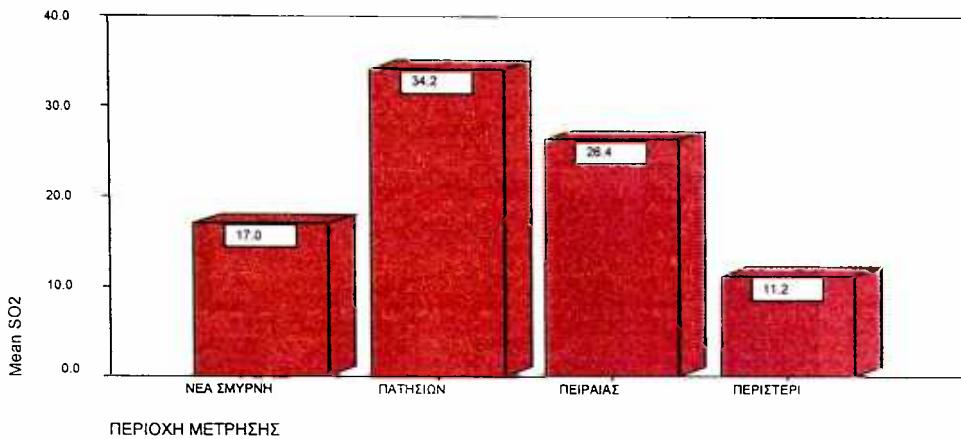
Συμπέρασμα: Όσο αφορά το διοξείδιο του αζώτου παρατηρούμε ότι η Πατησίων κατέχει την πρώτη θέση και ακολουθεί ο Πειραιάς. Η Ν. Σμύρνη με το Περιστέρι κυμαίνονται περίπου στα ίδια επίπεδα ενώ η Λυκόβρυση φαίνεται να έχει τη μικρότερη συγκέντρωση διοξειδίου του αζώτου και τα δύο έτη ενώ παρουσιάζει μια μικρή αύξηση το 2001.

iv. Διοξείδιο του θείου

Πίνακας 3.9 Μέσες ετήσιες τιμές SO₂ σε mg/m³ 2000

Descriptive Statistics

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΤΟΣ	Mean
ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	2000	SO2
		17.03498
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	2000	SO2
		34.19459
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	2000	SO2
		26.43380
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	2000	SO2
		11.24510



Διάγραμμα 3.28

Μέσες ετήσιες τιμές SO₂ σε mg/m³

2000*

Συμπέρασμα: Για το διοξείδιο του θείου δεν έχουμε τιμές του 2001 (το Υπουργείο δεν είχε τιμές του διοξειδίου του θείου λόγω προβλημάτων στη λειτουργία των μηχανημάτων μέτρησης) επομένως από τον πίνακα 3.9 και το διάγραμμα 3.28 παρατηρούμε ότι η Πατησίων έχει τη μεγαλύτερη ετήσια τιμή συγκέντρωσης διοξειδίου του θείου και ακολουθεί ο Πειραιάς. Τη μικρότερη τιμή φαίνεται να την έχει το Περιστέρι.

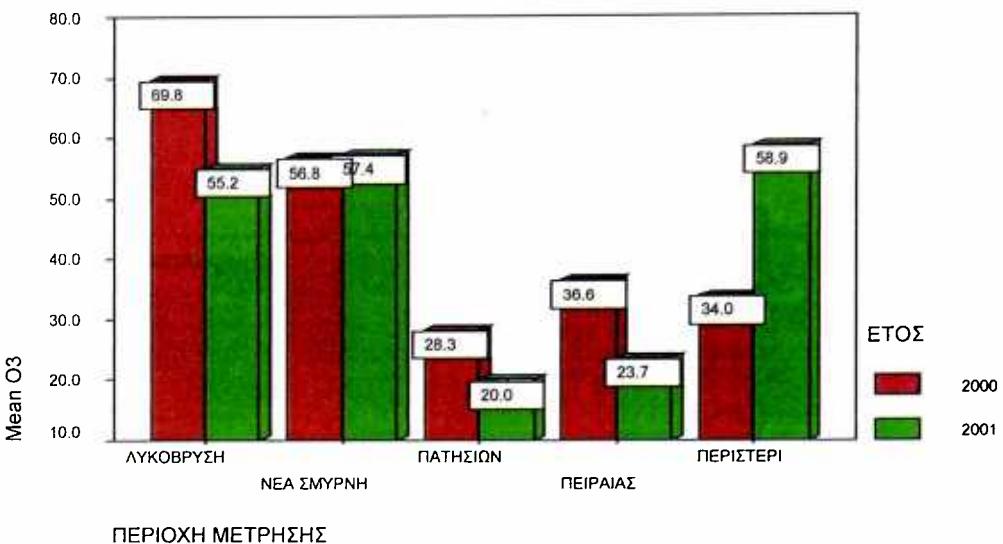
v. Οζον

Πίνακας 3.10

Μέσες ετήσιες τιμές οζοντος (O₃)σε mg/m³ (2000-2001)

Descriptive Statistics

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΤΟΣ	Mean
ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ	2000 O ₃	69.76448
	2001 O ₃	55.19337
ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ	2000 O ₃	56.79875
	2001 O ₃	57.36646
ΠΑΤΗΣΙΩΝ	2000 O ₃	28.34994
	2001 O ₃	20.00936
ΠΕΙΡΑΙΑΣ	2000 O ₃	36.62287
	2001 O ₃	23.67597
ΠΕΡΙΣΤΕΡΗ	2000 O ₃	33.95952
	2001 O ₃	58.90645



Διάγραμμα 3.29

Μέσες ετήσιες τιμές O₃ σε mg/m³ (2000-2001)

Συμπέρασμα: Σε αντίθεση με τα άλλα διαγράμματα από το παραπάνω προκύπτει ότι το όζον παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης στη περιοχή της Λυκόβρυσης και της Ν. Σμύρνης ενώ κατά το έτος 2001 παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση (από 34 mg/m³ σε 58,91 mg/m³) και στην περιοχή του Περιστερίου.

3.3 Συμπεράσματα

Η περιοχή της Αθήνας όπως και όλες οι μεγάλες πόλεις στον κόσμο παρουσιάζει προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα προβλήματα αυτά επιδεινώνονται λόγω της κακής ρυμοτομίας των περιοχών, της υπερσυγκέντρωσης πληθυσμού και δραστηριοτήτων και των κλιματολογικών συνθηκών (έντονη ηλιοφάνεια, υψηλές θερμοκρασίες).

Τα βασικά συμπεράσματα σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση που προκύπτουν στηριζόμενοι στα εκ παρατηρήσεως στοιχεία (περιγραφικά μέτρα) μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- ✓ Μεγαλύτερες τιμές πρωτογενών ρύπων (CO, NO, SO₂) παρουσιάζονται κατά τους φθινοπωρινούς-χειμερινούς μήνες (βλέπε διαγράμματα 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.21, 3.22, 3.23) και αυτό οφείλεται για μεν το SO₂ στη λειτουργία κυρίως της κεντρικής θέρμανσης, για το CO στη μεγαλύτερη κυκλοφορία που παρατηρείται τους χειμερινούς μήνες.

- ✓ Από τους δευτερογενείς ρύπους, το O₃ παρουσιάζει μεγαλύτερη τιμή τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι αυξημένες τιμές του όζοντος τους καλοκαιρινούς μήνες (βλέπε διαγράμματα 3.16, 3.17, 3.18, 3.19) οφείλονται στην αυξημένη ηλιοφάνεια των μηνών αυτών, δεδομένου ότι το όζον σχηματίζεται από φωτοχημικές αντιδράσεις στις οποίες καθοριστικό ρόλο παίζει η ηλιακή ακτινοβολία.

Όσο αφορά τις περιοχές:

- ✓ Η Πατησίων παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση μονοξειδίου του άνθρακα, μονοξειδίου του αζώτου και διοξειδίου του αζώτου (βλέπε διαγράμματα 3.25, 3.26, 3.27) και ακολουθούν ο Πειραιάς, η Ν. Σμύρνη με το Περιστέρι και η Λυκόβρυση.

- ✓ Η Λυκόβρυση συγκέντρωσε το 2000 τη μεγαλύτερη ποσότητα όζοντος (βλέπε διάγραμμα 3.29) με δεύτερη τη Ν. Σμύρνη ενώ το 2001 τα δεδομένα αλλάζουν και το Περιστέρι έρχεται πρώτο στη συγκέντρωση όζοντος.

- ✓ Τέλος, η Πατησίων συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη ποσότητα διοξειδίου του θείου (βλέπε διάγραμμα 3.28) και ακολουθούν Πειραιάς, Περιστέρι (όχι σημαντική διαφορά) και Ν. Σμύρνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΤΑΣΗ & ΕΠΟΧΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ (1991-2002)

Σ' αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με **την τάση και εποχικότητα** που παρουσιάζουν οι ρύποι O_3 (όζον), CO (μονοξείδιο του άνθρακα) και NO_2 (διοξείδιο του αζώτου) στην περιοχή Πατησίων κατά τα έτη 1991-2002 (δηλαδή σε χρονική περίοδο 12 ετών) βασιζόμενοι στη μεθοδολογία του Brockwell J. Peter (1996).

4.1 Τάση και εποχικότητα των ρύπων O_3 , CO & NO_2 στην περιοχή Πατησίων (1991-2002)

4.1.1 Τάση και εποχικότητα του όζοντος (O_3)

Στην ανάλυσή μας θα χρησιμοποιήσουμε τη βοήθεια των **σταθμισμένων κινητών μέσων του Brockwell J.Peter**. Ξεκινώντας την ανάλυσή μας με κάποια περιγραφικά μέτρα παρατηρούμε τα εξής :

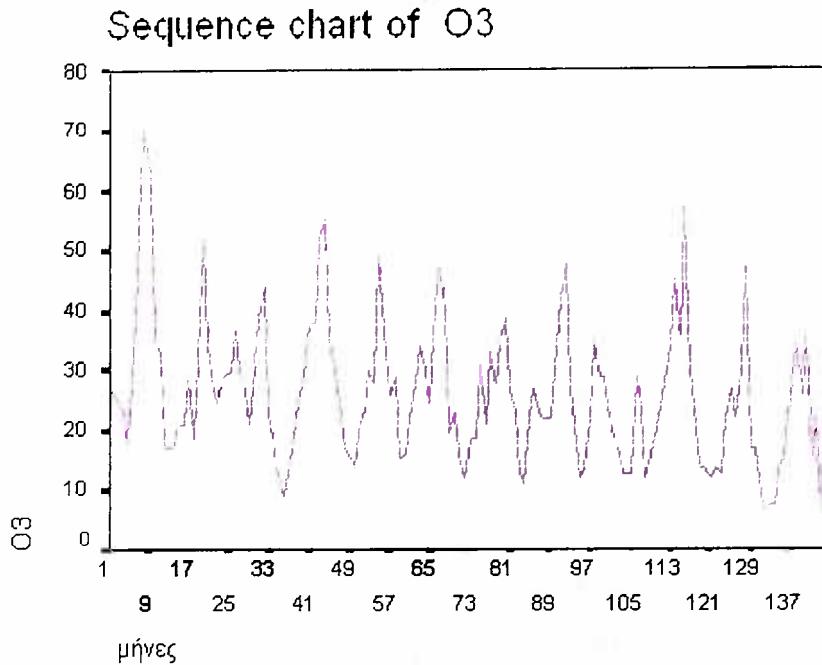
Πίνακας 4.1

Περιγραφικά μέτρα του ρύπου του όζοντος (1991-2002)

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
O_3	144	63	7	70	26,06	11,713

Το σύνολο των τιμών επί των οποίων θα γίνει η ανάλυση είναι 144 (12 μήνες X 12 χρόνια = 144 τιμές). Η μεγαλύτερη τιμή που παίρνει το όζον κατά τη διάρκεια των ετών αυτών είναι η τιμή 70, η μικρότερη η τιμή 7, μέση τιμή 26,06 και τυπική απόκλιση 11,713.

Στη συνέχεια παραθέτουμε ένα γράφημα των αρχικών μετρήσεων των τιμών του όζοντος ($Y = O_3$) προκειμένου να παρατηρήσουμε πως εξελίσσεται γενικά η μεταβλητή Y στο χρόνο.



Διάγραμμα 4.1
Χρονολογική σειρά των αρχικών μετρήσεων των τιμών του όζοντος
(1991-2002)

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι υπάρχει μια μικρή καθοδική τάση καθώς και εποχικότητα.

Στην διακύμανση υπάρχουν μικρές αυξομειώσεις αλλά όχι τέτοιες που να μας επιτρέψουν να χρησιμοποιήσουμε το πολλαπλασιαστικό υπόδειγμα. Για το λόγο αυτό θα χρησιμοποιήσουμε **το αθροιστικό υπόδειγμα¹**

Χρησιμοποιώντας το **σταθμισμένο κινητό μέσο του Brockwell²** (που έχουμε ήδη αναφέρει στο κεφάλαιο των στατιστικών μεθόδων) εφαρμόζουμε τον παρακάτω τύπο που είναι χρήσιμος **όταν η περίοδος προσαρμογής που θέλουμε να πάρουμε είναι άρτιος αριθμός $n=2m$:**

¹ Makridakis Spyros,et.al.(1998). Forecasting Methods and Applications (3rd edition) p.84-85

² Brockwell J.Peter (1996). Introduction to time Series and Forecasting, p.30

Ο τύπος είναι:

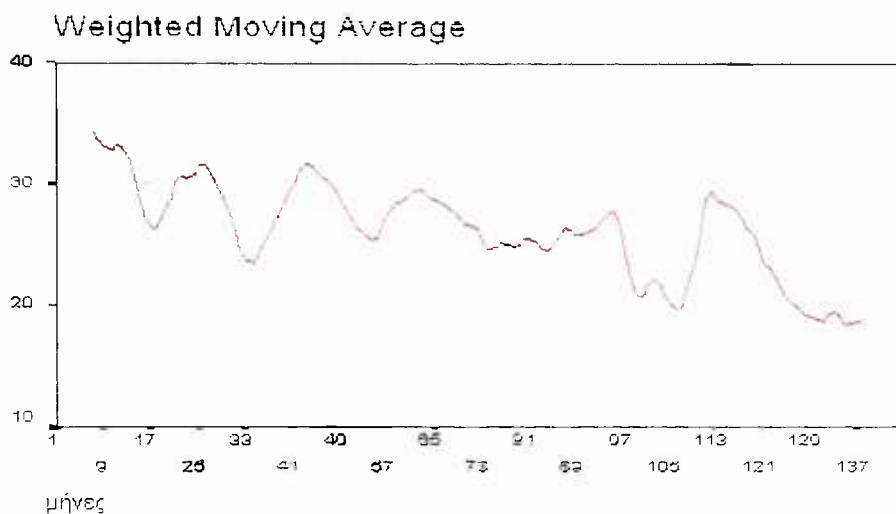
$$\hat{Y}_t = \frac{(0.5x_{t-m} + x_{t-m+1} + \dots + x_{t+m-1} + 0.5x_{t+m})}{n} \quad (\sigma\alpha\theta\mu\iota\sigma\mu\epsilon\nu\varsigma \kappa\iota\eta\tau\delta\varsigma \mu\epsilon\sigma\varsigma)$$

όπου $m < t \leq N - m$, N : το σύνολο των παρατηρήσεων, t : χρόνος

Ο παραπάνω τύπος για περίοδο $n=12$ (έχουμε μηνιαία δεδομένα) δηλαδή $n=2^*6$ διαμορφώνεται ως εξής:

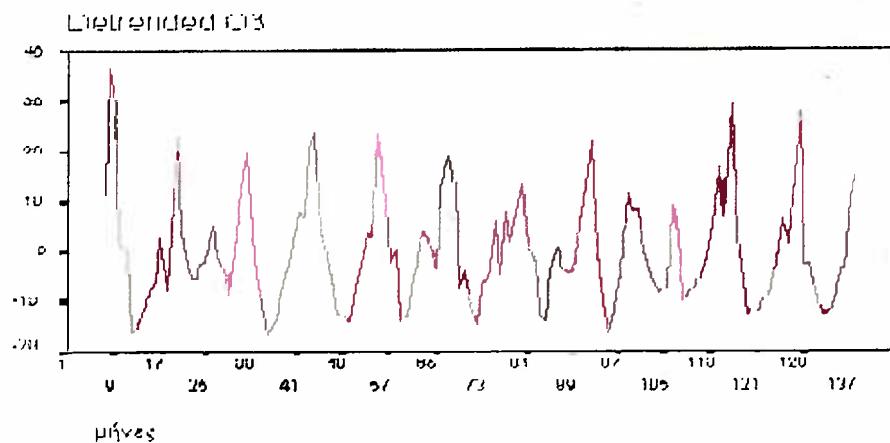
$$\hat{Y}_t = \frac{0.5x_{t-6} + x_{t-5} + \dots + 0.5x_{t+6}}{12}, \quad \text{όπου } 6 < t \leq 144 - 6 = 138$$

(δηλαδή οι 6 πρώτες και οι 6 τελευταίες παρατηρήσεις αγνοοούνται και βάσει του παραπάνω τύπου ο κινητός μέσος έχει 132 τιμές)



Διάγραμμα 4.2 Τιμές κινητού μέσου για το ρύπο του όζοντος

Από το διάγραμμα 4.2 παρατηρούμε ότι έχει εξομαλυνθεί η αρχική χρονολογική σειρά (βλέπε διάγραμμα 4.1). Στη συνέχεια αφαιρώ από τις αρχικές τιμές το κινητό μέσο που προκύπτει από τα παραπάνω και καταλήγω σε μια χρονοσειρά που έχει εποχικότητα, κυκλική συνιστώσα και τυχαία κύμανση όπως φαίνεται στο 4.3 διάγραμμα.



Διάγραμμα 4.3
Χρονολογική σειρά των τιμών του όζοντος χωρίς τάση

Στη συνέχεια -σύμφωνα με τον *Brockwell J.Peter*- βρίσκω μια μέση τιμή για κάθε μήνα³ στη χρονολογική σειρά που έχουμε αφαιρέσει την τάση (βλ. διάγραμμα 4.3) -η κάθε μέση τιμή προκύπτει από 11 και όχι 12 τιμές που αντιστοιχούν στον αριθμό των ετών που εξετάζουμε, γιατί λείπουν οι 6 πρώτες και οι 6 τελευταίες τιμές δηλαδή οι 6 πρώτοι και οι 6 τελευταίοι μήνες- και βρίσκω κάποιους « προσωρινούς δείκτες» εποχικότητας. Δε θεωρώ ότι είναι οι τελικοί γιατί δεν αθροίζονται στο 0 όπως θα έπρεπε στο αθροιστικό μοντέλο⁴. Για το λόγο αυτό βρίσκω το μέσο τους (0,298) και αφαιρώντας τον από κάθε τιμή (12 τιμές όσοι οι μήνες) προκύπτουν οι τελικοί δείκτες εποχικότητας όπως φαίνονται στο παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.2
Δείκτες εποχικότητας του όζοντος

ΜΗΝΑΣ	ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΟΧΙΚΟΤΗΤΑΣ (SEASONAL INDEXES)
ΙΑΝ.	-8,71
ΦΕΒ.	-4,78
ΜΑΡΤ.	-2,02
ΑΠΡ.	-1,51
ΜΑΙΟΣ	2,45

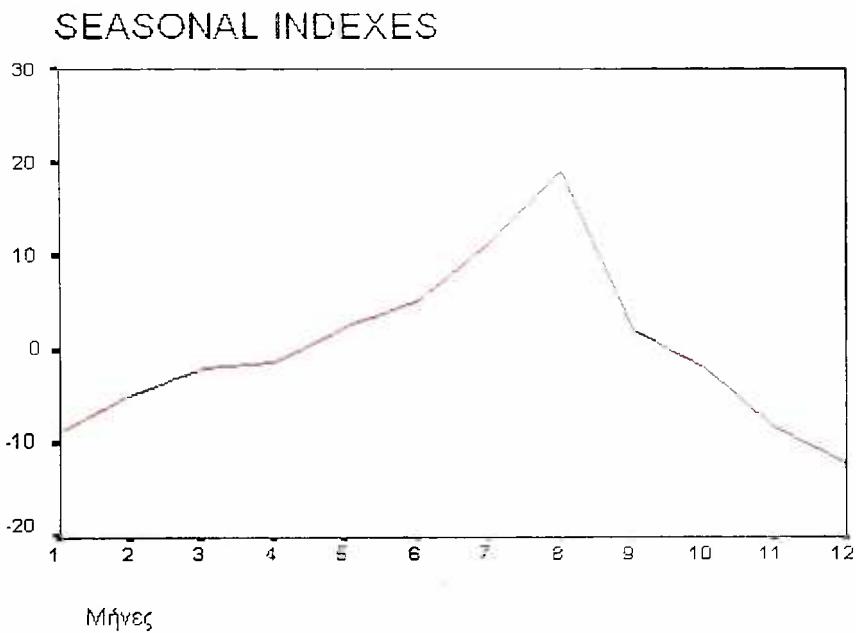
^{3,4} Brockwell J.Peter (1996), Introduction to time Series and Forecasting, p.30

Πίνακας 4.2 (συνέχεια)

ΜΗΝΑΣ	SEASONAL INDEXES
ΙΟΥΝ.	5,13
ΙΟΥΛ.	11,50
ΑΥΓ.	18,91
ΣΕΠΤ	1,93
ΟΚΤ.	-1,91
ΝΟΕΜ.	-8,65
ΔΕΚ.	-12,33

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζουν οι καλοκαιρινοί μήνες Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος (κάτι που θεωρείται φυσικό για το όζον καθότι αυξάνεται με την ηλιοφάνεια) ενώ κατά τους χειμερινούς μειώνεται όπως το Νοέμβριο, Δεκέμβριο και Ιανουάριο.

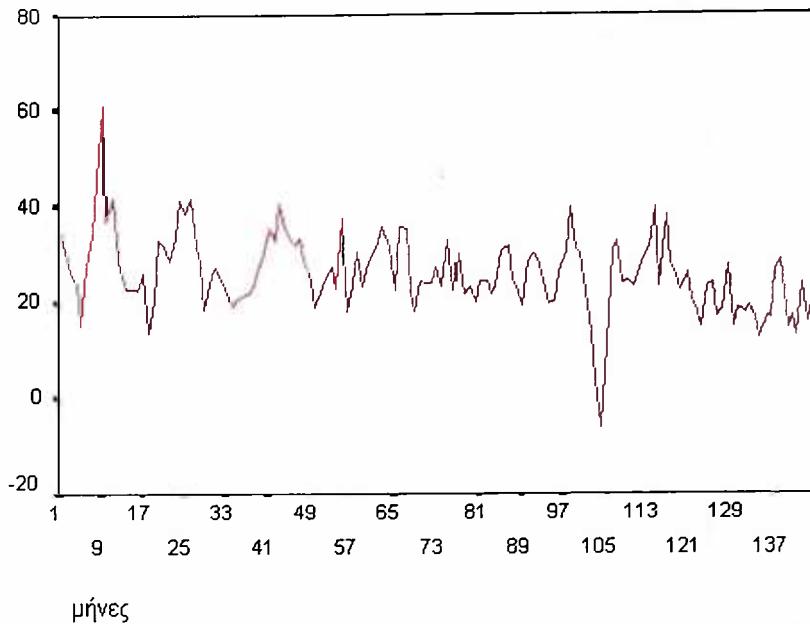
Ακολουθεί το διάγραμμά τους:



Διάγραμμα 4.4
Δείκτες εποχικότητας του όζοντος

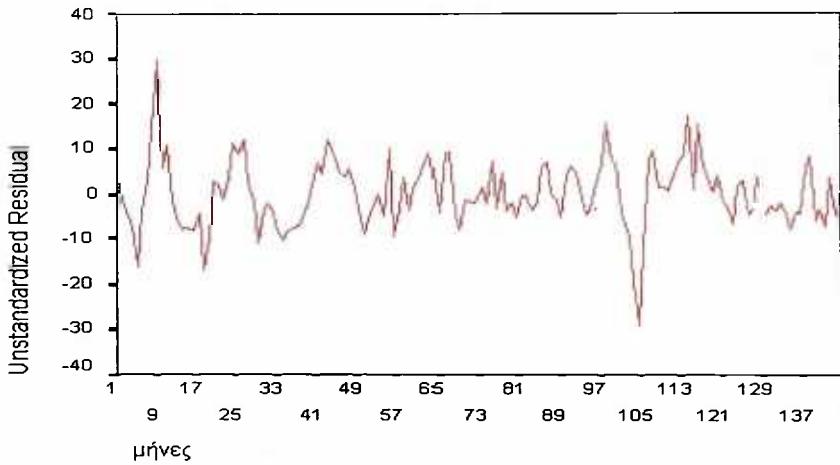
Στη συνέχεια αφαιρώ από τις αρχικές τιμές τους δείκτες εποχικότητας και παίρνω τιμές που έχουν τάση, κυκλική συνιστώσα και άρρυθμη και όχι εποχικότητα.

Deseasonalized O3



μήνες

Διάγραμμα 4.5 Χρονολογική σειρά όζοντος χωρίς εποχικότητα



Διάγραμμα 4.6
Χρονολογική σειρά όζοντος χωρίς τάση και εποχικότητα
(μόνο με κυκλική και άρρυθμη συνιστώσα)

Από τα παραπάνω διαγράμματα υποψιαζόμαστε ότι ίσως κάποια χρονική περίοδο στη διάρκεια των δώδεκα ετών (κυρίως τον 105^ο μήνα) τα μηχανήματα του υπουργείου δεν έκαναν σωστές μετρήσεις.

4.1.2 Τάση και εποχικότητα του μονοξειδίου του άνθρακα (CO)

Στην ανάλυσή μας αυτή θα χρησιμοποιήσουμε (όπως και προηγουμένως) τη βοήθεια **των σταθμισμένων κινητών μέσων του Brockwell J.Peter.**

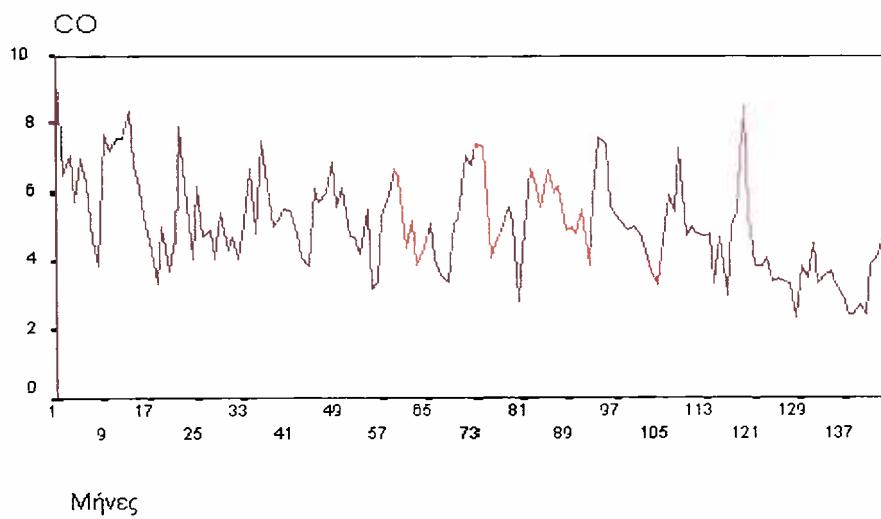
Από τα πρώτα περιγραφικά μέτρα (που αφορούν το σύνολο των 144 τιμών) παρατηρούμε ότι:

Πίνακας 4.3

Περιγραφικά μέτρα του ρύπου του μονοξειδίου του άνθρακα

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
CO	144	7,2	2,3	9,5	5,054	1,4204
Valid N (listwise)	144					

Η μεγαλύτερη τιμή του μονοξειδίου ήταν 9,5, η μικρότερη 2,3 με μέση τιμή 5,054 και τυπική απόκλιση 1,42. Ακολουθεί το διάγραμμα των αρχικών δεδομένων ώστε να παρατηρήσουμε πώς περίπου είναι τα δεδομένα.



Διάγραμμα 4.7

Χρονολογική σειρά των αρχικών μετρήσεων των τιμών του μονοξειδίου του άνθρακα (1991-2002)

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι υπάρχει μια μικρή καθοδική τάση και εποχικότητα. Στην ανάλυσή μας θα χρησιμοποιήσουμε το **αθροιστικό μοντέλο**.

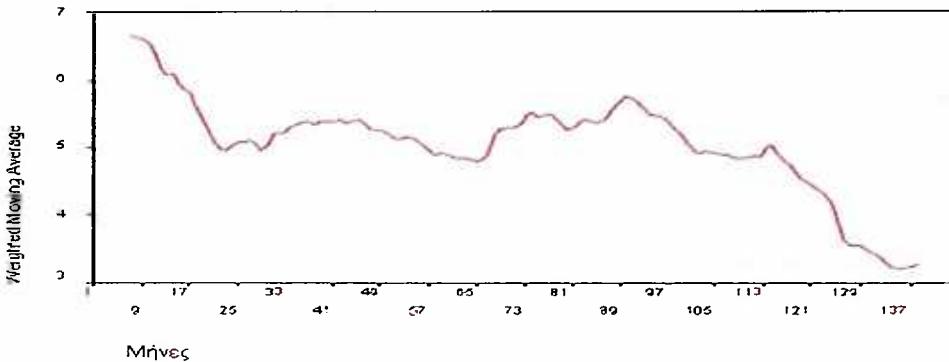
Εφαρμόζουμε τον παρακάτω τύπο που είναι χρήσιμος όταν η περίοδος προσαρμογής που θέλουμε να πάρουμε είναι άρτιος αριθμός $n=2*6=12$:

$$\hat{Y}_t = (0.5x_{t-m} + x_{t-m+1} + \dots + x_{t+m-1} + 0.5x_{t+m}) / n \quad (\text{σταθμισμένος κινητός μέσος})$$

όπου $m < t \leq N - m$, δηλαδή $6 < t \leq 144 - 6 = 138$

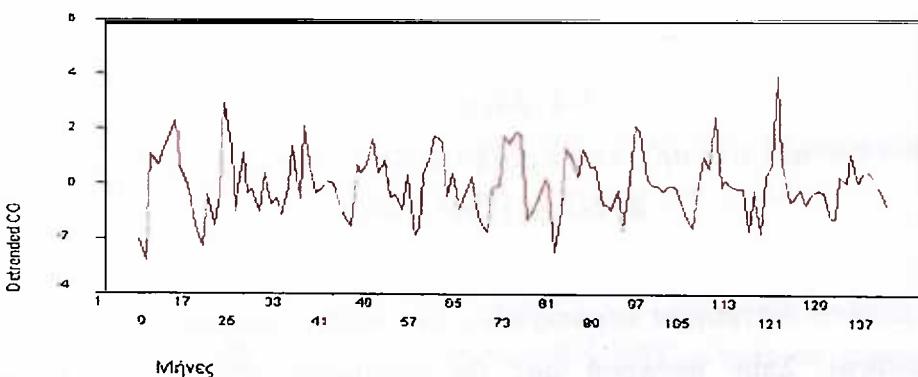
(δηλαδή προκύπτουν 132 τιμές κινητού μέσου)

Ακολουθεί διάγραμμα τιμών κινητού μέσου:



Διάγραμμα 4.8
Τιμές κινητού μέσου του μονοξειδίου του άνθρακα

Στη συνέχεια αφαιρώ τις παραπάνω τιμές που προκύπτουν (κινητούς μέσους) από τις αρχικές τιμές και καταλήγω σε μια χρονοσειρά χωρίς τάση που έχει όμως εποχικότητα, κυκλική και άρρυθμη συνιστώσα όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα.



Διάγραμμα 4.9
Χρονολογική σειρά των τιμών του μονοξειδίου του άνθρακα χωρίς τάση

Κάνοντας την ίδια διαδικασία όπως και με το όζον (δηλαδή βρίσκουμε μια μέση τιμή για κάθε μήνα)προκύπτουν οι «προσωρινοί δείκτες» οι οποίοι επειδή δεν αθροίζονται στο μηδέν όπως θα έπρεπε στο αθροιστικό μοντέλο, αφαιρώ το μέσο όρο τους (**0,0022**) και προκύπτουν οι **τελικοί δείκτες εποχικότητας** όπως φαίνονται στο παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 4.4

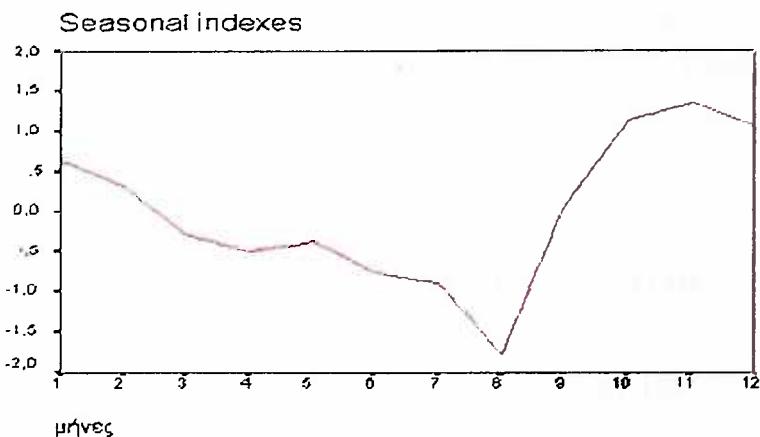
Δείκτες εποχικότητας μονοξειδίου του άνθρακα

ΜΗΝΕΣ (MONTHS)	ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΟΧΙΚΟΤΗΤΑΣ (SEASONAL INDEXES)
ΙΑΝ.	0,65
ΦΕΒΡ.	0,3
ΜΑΡΤ.	-0,29
ΑΠΡ.	-0,5
ΜΑΙΟΣ	-0,38
ΙΟΥΝ.	-0,76
ΙΟΥΛ.	-0,88
ΑΥΓ.	-1,76
ΣΕΠΤ.	0,06
ΟΚΤ.	1,14
ΝΟΕΜ.	1,34
ΔΕΚ.	1,07

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι το μονοξείδιο του άνθρακα παρουσιάζει μικρότερες τιμές- αισθητή μείωση κυρίως Ιούλιο και Αύγουστο- ενώ αυξάνεται σταδιακά κατά τους χειμερινούς μήνες, Οκτώβριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο.



Ακολουθεί διάγραμμά τους:

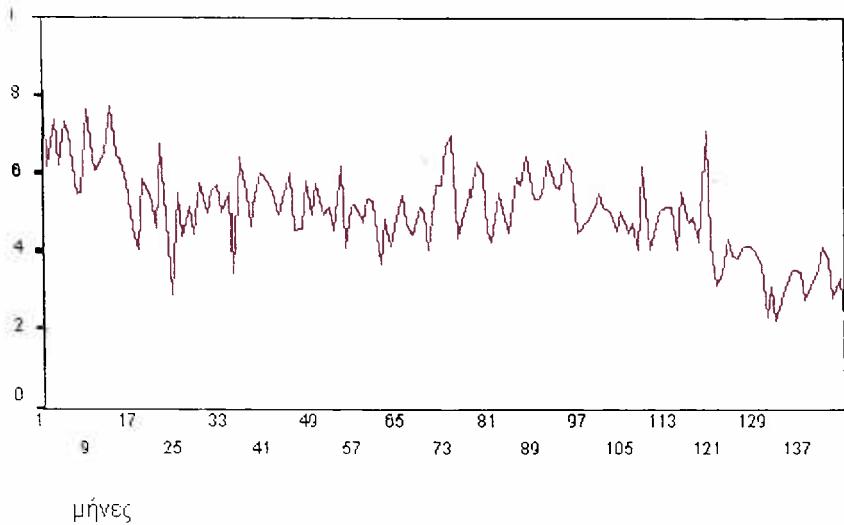


Διάγραμμα 4.10
Δείκτες εποχικότητας μονοξειδίου του άνθρακα

Στο διάγραμμα 4.10 φαίνεται καθαρά ότι οι τιμές του μονοξειδίου του άνθρακα κάθε χρόνο είναι μεγαλύτερες κατά τους χειμερινούς μήνες και αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη κυκλοφορία αυτοκινήτων που παρατηρείται και τις χειρότερες συνθήκες λειτουργίας των μηχανών τους (ξεκίνημα με κρύα μηχανή) ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες που έχουμε μείωση της κίνησης του πληθυσμού λόγω διακοπών (κυρίως τον Αύγουστο) έχουμε μικρότερες τιμές.

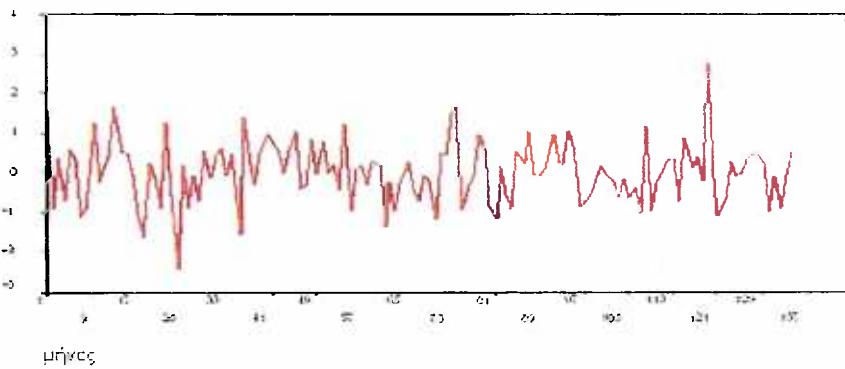
Στη συνέχεια αφαιρώ από τις αρχικές τιμές τους δείκτες εποχικότητας και παίρνω τιμές που **έχουν τάση** (κυκλική και άρρυθμη συνιστώσα) και **όχι εποχικότητα** όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.

Deseasonalized CO



Διάγραμμα 4.11

Χρονολογική σειρά μονοξειδίου του άνθρακα χωρίς εποχικότητα



Διάγραμμα 4.12

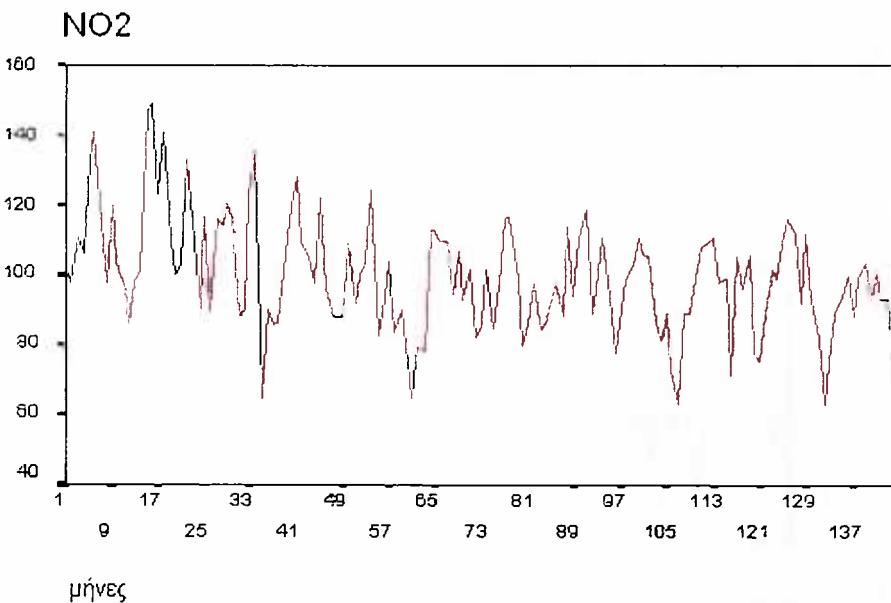
Χρονολογική σειρά των τιμών του μονοξειδίου του άνθρακα χωρίς τάση και εποχικότητα (μόνο με κυκλική και άρρυθμη συνιστώσα)

4.1.3 Τάση και εποχικότητα του διοξειδίου του αζώτου (NO_2)

Θα ξεκινήσουμε παραθέτοντας τα περιγραφικά μέτρα και το γράφημα των αρχικών τιμών του διοξειδίου του αζώτου.

Πίνακας 4.5 Περιγραφικά μέτρα του ρύπου NO_2

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NO_2	144	86	63	149	99,51	16,404
Valid N (listwise)	144					



Διάγραμμα 4.13

Χρονολογική σειρά αρχικών μετρήσεων των τιμών του διοξειδίου του αζώτου (1991-2002)

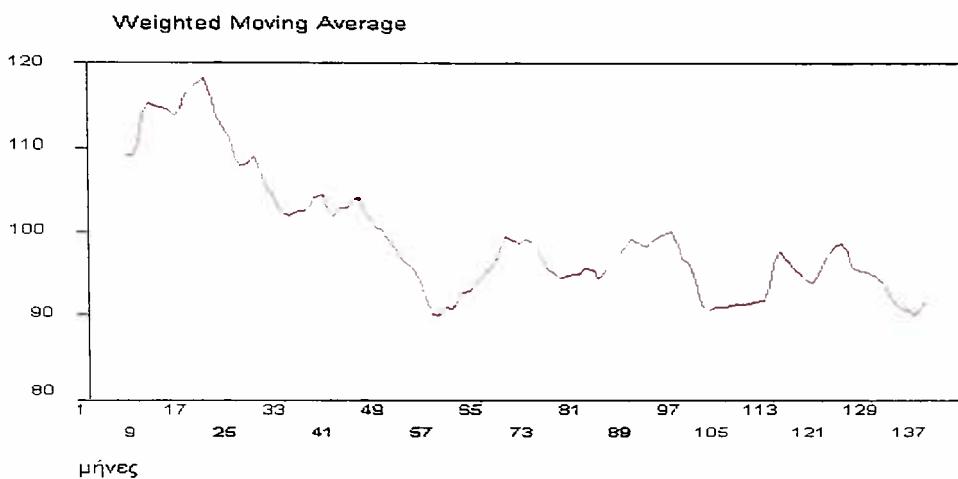
Από το παραπάνω γράφημα παρατηρούμε μικρή καθοδική κλίση με μεγαλύτερη τιμή 149, μικρότερη 63 και μέσο όρο την τιμή 99,5.

Το παραπάνω διάγραμμα μας βοηθάει να καταλάβουμε ότι θα ήταν **καλύτερο να χρησιμοποιούσαμε το αθροιστικό μοντέλο**.

Χρησιμοποιώντας το σταθμισμένο κινητό μέσο του Brockwell και περίοδο $n=12$ έχουμε τα εξής:

$$\hat{Y}_t = \frac{0.5x_{t-6} + x_{t-5} + \dots + 0.5x_{t+6}}{12}, \quad \text{όπου } 6 < t \leq 144 - 6 = 138$$

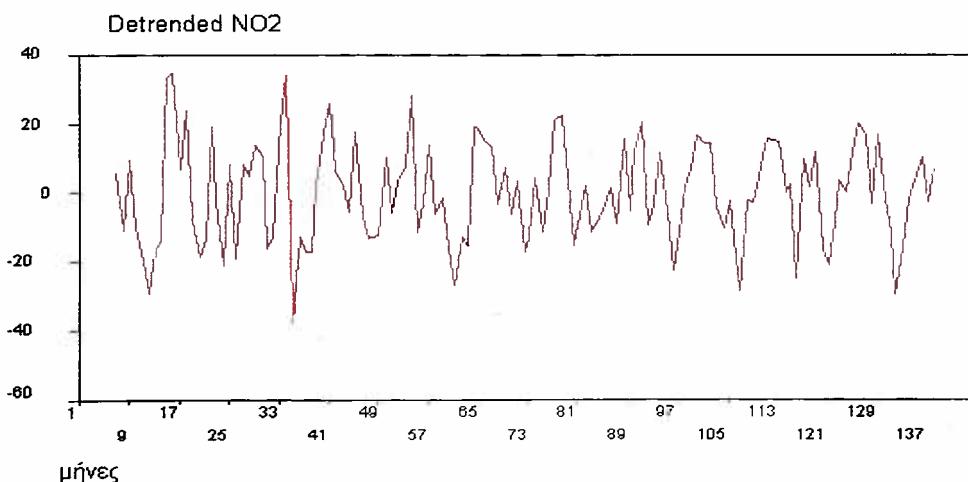
(βάσει του παραπάνω τύπου ο κινητός μέσος έχει 132 τιμές)



Διάγραμμα 4.14

Τιμές κινητού μέσου του διοξειδίου του αζώτου (NO_2)

Στη συνέχεια αφαιρώ τις παραπάνω τιμές που προκύπτουν (κινητούς μέσους) από τις αρχικές τιμές και καταλήγω σε μια χρονοσειρά χωρίς τάση όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα.

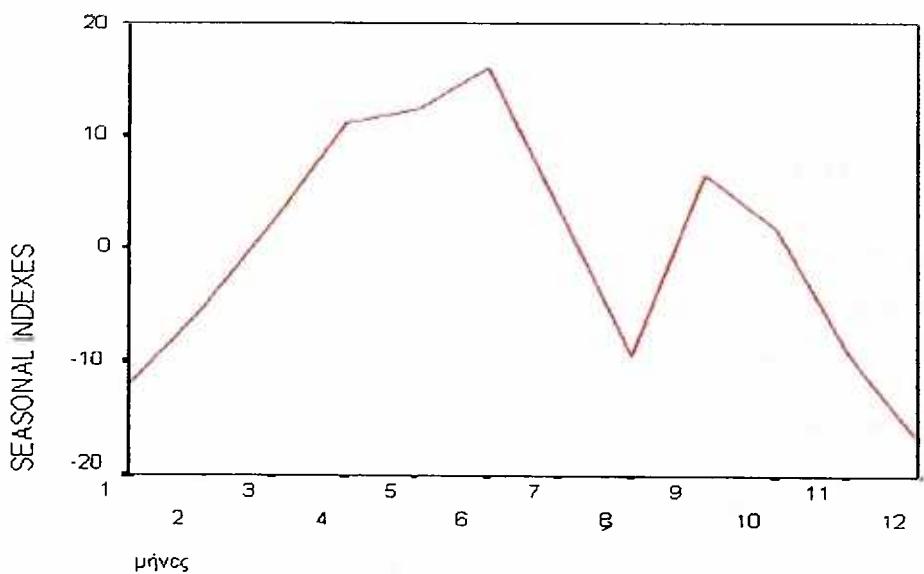


Διάγραμμα 4.15

Χρονολογική σειρά των τιμών του διοξειδίου του αζώτου χωρίς τάση

Η επόμενη κίνηση είναι να βρω τους δείκτες εποχικότητας και να τους αφαιρέσω από τις αρχικές τιμές του διοξειδίου του αζώτου ώστε να προκύψει μια χρονολογική σειρά χωρίς εποχικότητα. Βρίσκοντας τον μέσο (στη χρονολογική σειρά που έχουμε αφαιρέσει την τάση) για κάθε μήνα (μία μέση τιμή κάθε μήνα που προκύπτει αν αθροίσω και τις 12 τιμές που έχει ο συγκεκριμένος μήνας π.χ. ο Αύγουστος στη διάρκεια των 12 ετών που τον εξετάζουμε και το άθροισμα το διαιρέσουμε με το 12), προκύπτουν κάποιοι «προσωρινοί εποχικοί δείκτες» που είναι όμως και οι τελικοί γιατί το άθροισμά τους είναι 0.

Ακολουθεί το γράφημά τους και ο πίνακας με τις τιμές τους.



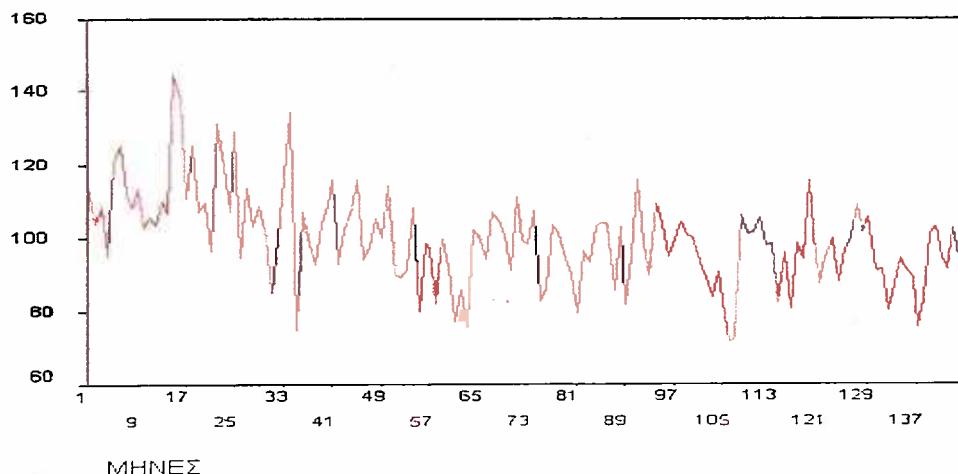
Διάγραμμα 4.16
Δείκτες εποχικότητας διοξειδίου του αζώτου

Πίνακας 4.6

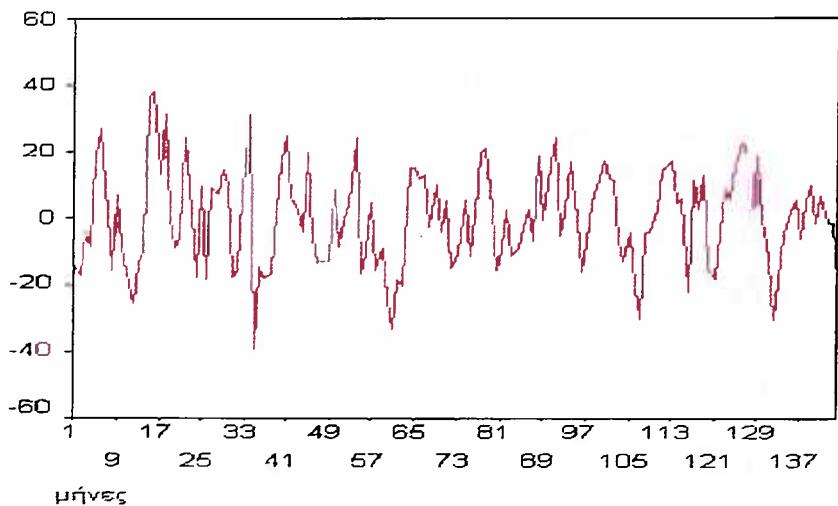
Δείκτες εποχικότητας διοξειδίου του αζώτου

ΜΗΝΕΣ MONTHS	ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΟΧΙΚΟΤΗΤΑΣ (SEASONAL INDEXES)
ΙΑΝ.	-12,03
ΦΕΒ.	-5,44
ΜΑΡΤ.	2,47
ΑΠΡ.	11,13
ΜΑΙΟΣ	12,45
ΙΟΥΝ	16,02
ΙΟΥΛ	3,16
ΑΥΓ	-9,61
ΣΕΠΤ	6,53
ΟΚΤ	1,84
ΝΟΕΜ	-9,45
ΔΕΚ.	-17,07

Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι το διοξείδιο του αζώτου παίρνει τις μεγαλύτερες τιμές του την άνοιξη και αρχές καλοκαιριού (Απρίλιο, Μάιο και Ιούνιο) ενώ το χειμώνα (Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο) τις μικρότερες τιμές.



Διάγραμμα 4.17 Χρονολογική σειρά του διοξειδίου του αζώτου χωρίς εποχικότητα



Διάγραμμα 4.18

Χρονολογική σειρά των τιμών του διοξειδίου του αζώτου χωρίς τάση και εποχικότητα (μόνο άρρυθμη και κυκλική συνιστώσα)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Λαμβάνοντας υπόψη τη διαχρονική εξέλιξη των ατμοσφαιρικών ρύπων που παρουσιάστηκε παραπάνω καθώς και τα περιγραφικά μέτρα για τους πέντε ρύπους: CO (*μονοξειδίου του άνθρακα*), NO (*μονοξειδίου του αζώτου*), NO₂ (*διοξειδίου του αζώτου*), SO₂ (*διοξειδίου του θείου*) & O₃ (*όζοντος*) μπορούμε να συμπεράνουμε για κάθε αέριο ρύπο στην Αθήνα – Πειραιά τα εξής:

To μονοξείδιο του άνθρακα (CO) εμφανίζει διαχρονικά πτωτική τάση κυρίως στους σταθμούς του κέντρου. Το ποσοστό οκταώρων με υπέρβαση των 10mg/m³ (όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση) συνεχώς ελαττώνεται σε όλους τους σταθμούς αλλά σύμφωνα με διάφορες οικολογικές οργανώσεις, ένα μικρό ποσοστό παραμένει σε αρκετούς σταθμούς. Η Αθήνα συγκαταλέγεται μεταξύ των ελαχίστων πόλεων της Ευρώπης που οι συγκεντρώσεις του CO ξεπερνούν τους στόχους της ΠΟΥ (Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας). Όμως οι προοπτικές για το CO είναι αισιόδοξες αφού εκπέμπεται από τα οχήματα τα οποία με γοργούς ρυθμούς αντικαθίσταται με νέας τεχνολογίας καταλυτικά οχήματα. Ήτοι, θα πρέπει να αναμένουμε στο μέλλον συνεχή πτωτική τάση του CO με μικρές αυξομειώσεις στο σύνολο των σταθμών του ΠΕΡΠΑ. Από τη μελέτη μας επίσης προέκυψε ότι κατά τη διάρκεια του έτους το μονοξείδιο του άνθρακα εμφανίζει χαμηλότερες τιμές τους καλοκαιρινούς μήνες ενώ μεγαλύτερες τους χειμερινούς. Αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη κυκλοφορία αυτοκινήτων που παρατηρείται και τις χειρότερες συνθήκες λειτουργίας των μηχανών τους ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες που έχουμε μείωση πληθυσμού λόγω διακοπών έχουμε μικρότερες τιμές. Επίσης σύμφωνα με στοιχεία και μελέτες του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ το μονοξείδιο του άνθρακα παρουσιάζει σημαντική αύξηση στα μέσα της εβδομάδας (Τετάρτη- Πέμπτη- Παρασκευή) και μικρότερες τιμές το Σαββατοκύριακο ενώ στη διάρκεια του 24ώρου ποικίλει έχοντας τις πρώτες

πρωινές ώρες τη μεγαλύτερη μείωση του ρύπου ενώ ακολουθεί σταδιακή άνοδο κατά τη διάρκεια της ημέρας (07.00 έως 12.00) μία μικρή ύφεση τις απογευματινές ώρες (13.00 έως 17.00) και συνεχίζει την ανοδική του πορεία τις βραδινές.

To διοξείδιο του αζώτου (NO_2), που αποτελεί μαζί με το οζόνιο δείκτη της φωτοχημικής ρύπανσης, εμφανίζει στο Κέντρο (Πατησίων) τις υψηλότερες τιμές του, με μία μικρή πτωτική τάση τη δεκαετία του' 90. Το επίπεδο του NO_2 θα μπορούσε να χαρακτηριστεί υψηλό και σύμφωνα με διάφορες οικολογικές οργανώσεις συγκαταλέγεται ανάμεσα στα υψηλότερα επίπεδα ευρωπαϊκών πόλεων (European Environment Agency, 1997). Στο σταθμό Πατησίων σχεδόν κάθε χρόνο ξεπερνιώνται τα εθνικά θεσμοθετημένα όρια. Οι μακροχρόνιες απλώς προοπτικές για το NO_2 είναι αισιόδοξες, αφού δημιουργείται κυρίως από την εκπομπή NO και υδρογονανθράκων από τα οχήματα, τα οποία αντικαθίσταται με νέας τεχνολογίας καταλυτικά. Έτσι, θα πρέπει θεωρητικά να αναμένουμε στο μέλλον μικρή πτωτική τάση του NO_2 με μικρές αυξομειώσεις στο σύνολο των σταθμών του ΠΕΡΠΑ. Όμως, μονοξείδιο του αζώτου δεν παράγεται μόνο από την κυκλοφορία, αλλά και από όλες τις υπόλοιπες καύσεις στο λεκανοπέδιο. Γι' αυτό και η αντιμετώπισή του NO_2 δεν προβλέπεται να είναι ούτε εύκολη ούτε σύντομη. Επίσης σύμφωνα με τα την ανάλυσή μας τις μεγαλύτερες τιμές του τείνει να τις παίρνει τους μήνες του Απριλίου-Μαΐου-Ιουνίου και τις χαμηλότερες τους μήνες του χειμώνα όπως Δεκέμβριο - Ιανουάριο - Φεβρουάριο. Σύμφωνα επίσης με στοιχεία και μελέτες του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζει στο μέσον της εβδομάδας (Τετάρτη, Πέμπτη και Παρασκευή) και μικρότερες το Σαββατοκύριακο.

To μονοξείδιο του αζώτου (NO), εμφανίζει ανάλογη εικόνα με το NO_2 . Για το NO δεν υπάρχουν θεσμοθετημένα όρια. Όμως, από το NO προέρχεται ο κυρίως δευτερογενής φωτοχημικός ρύπος NO_2 .

To διοξείδιο των θείου (SO_2), εμφανίζει τα τελευταία έξι χρόνια σύμφωνα με τους οικολόγους σαφείς τάσεις μείωσης σε όλους τους σταθμούς. Εμείς από τη μελέτη μας διαπιστώσαμε ότι τις μεγαλύτερες τιμές του τις εμφανίζει στο

κέντρο και στον Πειραιά. Από τα διαγράμματα των μέσων μηνιαίων τιμών του διαπιστώσαμε ότι συνήθως μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται κατά τους χειμερινούς μήνες και αυτό οφείλεται κυρίως στη λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης. Οι μακροπρόθεσμες προοπτικές για αυτό το ρύπο θα μπορούσαν να είναι αισιόδοξες αφού η ευρωπαϊκή πολιτική για τα νέα καύσιμα των αυτοκινήτων προβλέπει σχεδόν απουσία θειούχων ενώσεων.

To Όζον (O₃), παρουσιάζει μικρή πτωτική τάση. Οι σταθμοί στην περιφέρεια παρουσιάζουν σαφώς υψηλότερες τιμές από τους σταθμούς του κέντρου, λόγω μεταφοράς του O₃ προς την περιφέρεια και λόγω της καταστροφής του στο κέντρο εξ αιτίας της αντίδρασης του O₃ με το συνεχώς παραγόμενο NO από την κυκλοφορία. Τις μεγαλύτερες τιμές του τις παίρνει τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω ηλιοφάνειας ενώ στα πλαίσια της εβδομάδας έχουμε σημαντική αύξηση τα Σαββατοκύριακα και χαμηλότερες τιμές την υπόλοιπη εβδομάδα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ
ΓΕΝ. Δ/ΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Δ/ΝΣΗ Ε.Α.Ρ.Θ.
ΤΜΗΜΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

CTOS 4117

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	1991 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. CO	1991 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. NO2	1991 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. SO2	1991 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. O3	1991 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. NO2	1991 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. SO2	1991 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. O3
Ιαν.	3.2	21	25		40	23	41
Φεβ.	1.8	25	24 *(17)	19	35	23	58
Μαρ.	2.0	26	11		39	20	59
Απρ.	1.1	38	22	67	39	29	74
Μai.	1.2	39	12	77	36	46	88
Ιουν.	1.9	49	41	85	41	25	100
Ιουλ.	0.7	41	29	79	29	23	105
Αυγ.	0.9	36	27	80	27	28	102
Σεπτ.	2.1 *(12)	54	38	58	47	25	78
Οκτ.	1.8	52	34	39	34	19	58
Νοε.	2.4	41	54	30	11	25	43
Δεκ.	3.2	17 *(17)	122	22		45 *(21)	44 *(21)
Μονάδα	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
M.O.	1.9	37	37	56	34	28	71
S.D.	0.8	12	28	24	9	8	23
Sum							
Max	3.2	54	122	85	47	46	105
Min	0.7	17	11	19	11	19	41
Πλήθος	12	12	12	10	11	12	12
Όριο1	0.0	0	0	180	0	0	180
Όριο2	0.0	0	0	180	0	0	180
Όριο3	0.0	400	500	360	400	500	360

ΕΤΟΣ : 199.

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	1991 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. CO 1	1991 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. NO2 2	1991 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2 3	1991 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3 4	1991 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. CO 1	1991 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. NO2 2	1991 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. SO2 3	1991 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. O3 4	1991 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΕΕΑΤΡ.) M.O. CO 1	1991 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΕΕΑΤΡ.) M.O. NO2 2	1991 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. SO2 3	1991 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΕΕΑΤΡ.) M.O. O3 4
Ιαν.	9.5	102	102	27	4.9	69	50	27	5.2	65	77	24
Φεβ.	6.5	98	94	26	4.3	64	39	43	4.0	69	54	30
Μαρ.	7.1	111	69	25	4.5	68	20	49	4.3	80	45	34
Απρ.	5.7	106	53	23	3.6	65	23	57	2.7	61	64	53
Μαΐ.	7.0	133	68	18	3.2	66	55	45	2.6	61	57	63
Ιουν.	6.3	141	59	33	4.9	67	48	48	2.1	73 *21)	40	46
Ιουλ.	4.6	115	34	46	2.3	47	24	74	2.4	73	51	57
Αυγ.	3.8	98	22	70	3.6	39	31	46	2.1	72	60	60
Σεπτ.	7.7	120	49	63	4.1 *(17)	71	42 *(7)	49	3.4	77	84	47
Οκτ.	7.2	104	52	35	3.6 *(8)	92 *(9)	27 *(9)	31 *(9)	4.8	65	90	31
Νοε.	7.6	96	72	33				21	5.5	52	113 *(22)	25
Δεκ.	7.6	86	132	17	2.9	50	22	23	9.0	57	159	25 *(22)
Μονάδα	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
M.O.	6.7	109	67	35	3.8	63	35	43	4.0	67	75	41
S.D.	1.4	15	29	16	0.8	13	12	15	1.9	8	32	14
Sum												
Max	9.5	141	132	70	4.9	92	55	74	9.0	80	159	63
Min	3.8	86	22	17	2.3	39	20	21	2.1	52	40	24
Πλήθος	12	12	12	12	11	11	11	12	12	12	12	12
Όριο1	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο2	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο3	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360

06

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.)

Μήνας	1992 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ		1992 ΛΙΟΣΙΑ		1992 ΛΙΟΣΙΑ M.O. O3
	M.O. SO2	M.O. O3	M.O. NO2	M.O. SO2	
v					
Ιαν.	49	13 *(21)		75	35
Φεβ.	36	14			48
Μαρ.	26 *(21)	20			60
Απρ.	16 *(21)	23			71
Μαΐ.	22 *(17)	35		-	80
Ιουν.					81
Ιουλ.			18 *(1)		88
Αυγ.		73		9	104
Σεπτ.		52			82
Οκτ.	13 *(15)	20			56
Νοε.	16	14 *(20)			45
Δεκ.	25 *(19)	15 *(14)	22 *(21)	15	41
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
M.O.	25	28	22	29	66
S.D.	11	19	0	27	21
Sum					
Max	49	73	22	75	104
Min	13	13	22	9	35
Πλήθος	8	10	1	4	12
Όριο1	0	180	0	0	180
Όριο2	0	180	0	0	180
Όριο3	500	360	400	500	360

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.)

Μήνας	1992 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. O3	1992 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) Μ.Ο. CO	1992 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) Μ.Ο. NO2	1992 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) Μ.Ο. SO2	1992 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) Μ.Ο. O3	1992 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ^v M.O. CO	1992 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ^v M.O. NO2
Ιαν.	24	7.5	77 *(22)	158	32 *(17)	2.9	97 *(22)
Φεβ.	18 *(10)	3.9	95	75	38 *(21)	3.3	68 *(20)
Μαρ.	24 *(22)	3.3	86	68	46	2.8	68
Απρ.	74	2.8	84 *(20)	52	54	3.2	71
Μαΐ.	80	2.9	78	57	53	2.0	77
Ιουν.	80	2.2	67	36	46		
Ιουλ.	87 *(18)	1.8	76	37	47	1.9	
Αυγ.	110	0.9 *(18)	76	45	53	1.6	32
Σεπτ.	81	1.8	77	63	42	1.7	32
Οκτ.	42	1.8 *(22)	68	71	31	4.8 *(21)	56
Νοε.	35	3.6 *(15)	40 *(20)	98	33 *(19)	2.8 *(13)	52
Δεκ.	30	5.3	53 *(14)	104 *(16)	24 *(22)	2.8 *(19)	32
Μονάδα	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3
M.O.	57	3.1	73	72	42	2.7	59
S.D.	30	1.7	14	33	9	0.9	21
Sum							
Max	110	7.5	95	158	54	4.8	97
Min	18	0.9	40	36	24	1.6	32
Πλήθος	12	12	12	12	12	11	10
Όριο1	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο2	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο3	360	0.0	400	500	360	0.0	400

Γ.Π.Δ.Ε.Α.Ρ.Θ.
ΓΕΝ. Δ/ΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Δ/ΝΣΗ Ε.Α.Ρ.Θ.
ΤΜΗΜΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.)

Μήνας	1992 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. CO	1992 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. NO2	1992 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2	1992 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3	1992 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ M.O. CO	1992 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ M.O. NO2	1992 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ M.O. SO2
Ιαν.	8.4	98	173	17	4.5	31 *(8)	124
Φεβ.	6.8	101	149	18	1.8 *(15)		67
Μαρ.	6.1	147	134	21	1.7		48
Απρ.	5.3	149	75	21	1.6		23 *(21)
Μαΐ.	4.3	123	73	29	1.6	68 *(13)	15
Ιουν.	3.3	141	70	19	1.4	56 *(14)	22
Ιουλ.	5.0	110	67	32	1.6	54	27
Αυγ.	3.7	100	36	52	1.5	48	33
Σεπτ.	4.7	103	41	34 *(21)	1.2 *(7)	49	46
Οκτ.	7.9	133	72	27		55	24
Νοε.	6.2	110	67	25		53 *(18)	58
Δεκ.	4.0	90	78	29	2.5	41	89
Μονάδα	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
M.O.	5.5	117	86	27	1.9	51	48
S.D.	1.6	20	41	9	0.9	10	31
Sum							
Max	8.4	149	173	52	4.5	68	124
Min	3.3	90	36	17	1.2	31	15
Πλήθος	12	12	12	12	10	9	12
Όριο1	0.0	0	0	180	0.0	0	0
Όριο2	0.0	0	0	180	0.0	0	0
Όριο3	0.0	400	500	360	0.0	400	500

Υ.Π.Ε.ΧΩ.ΔΕ
ΓΕΝ. Δ/ΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Δ/ΝΣΗ Ε.Α.Ρ.Θ.
ΤΜΗΜΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	1993 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. CO ✓	1993 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. NO2	1993 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2	1993 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3	1993 ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1 (Π.Δ. ΔΗΜ. ΘΕΑΤΡ.) M.O. CO	1993 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (Π.Δ. ΔΗΜ. ΘΕΑΤΡ.) M.O. NO2	1993 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (Π.Δ. ΔΗΜ. ΘΕΑΤΡ.) M.O. SO2	1993 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (Π.Δ. ΔΗΜ. ΘΕΑΤΡ.) M.O. O3	1993 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. CO ✓	1993 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. NO2	1993 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. SO2	1993 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. O3	1993 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. CO ✓	1993 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. NO2	1993 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. SO2	1993 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. O3	1993 ΛΙΟΣΙΑ M.O. NO2 ✓	1993 ΛΙΟΣΙΑ M.O. SO2	1993 ΛΙΟΣΙΑ M.O. O3
Ιαν.	6.2	117	98 *(16)	30	6.6	62	83	25 *(18)	2.6 *(16)	32	77	31	2.1	43	50	11	27	28	42
Φεβ.	4.7	89	121	37		66	76	20	1.5	18	67	40	2.1	42	32	10 *(19)	20	16	36
Μαρ.	4.9	116	113 *(22)	30	4.1 *(20)	69	53	29	1.8	21	60	1.8	64	21	21 *(8)	22	16	55	
Απρ.	4.0	114	62 *(21)	27	4.5 *(13)	56	39	43	1.1	22	7 *(9)	65	11 *(19)	54	15		19	11	70 *(22)
Μαΐ.	5.4	121	65 *(22)	21	3.3 *(12)	72 *(17)	32 *(16)	69 *(11)	2.2	29	16	72 *(20)	1.0	47	10	68 *(14)	20	13	80 *(21)
Ιουν.	4.3	116	46	31	2.4	65	34	73	1.4	32	14	87		47	17	83	19	20	107
Ιουλ.	4.7	68	41	39	2.7	78	28	76	1.1	44	15	94	0.9 *(19)	37	18	87	19	18	104
Αυγ.	4.0	90	33	44	3.8	74	25	70	1.5	35	21	98	1.0	29	19	77	16	20	112
Σεπ.	5.1	123	49	23	5.8 *(20)	76	32	51	2.3	45	37	71	1.7	39	23	59 *(16)	32 *(19)	18	76
Οκτ.	6.7	136	40	17	4.3	71	63	38	1.7 *(3)	71	26	54	2.0 *(21)	40	22		37	11 *(17)	61
Νοε.	4.8	65	27	12	6.2	60	69	19 *(16)	2.6	42	41 *(20)	26	17 *(15)	37	18	41 *(18)	18	10	39
Δεκ.	7.5	90	77	9	4.1	80	75	21	3.8	60	37	29	3.0	71	33	28	26	27	31
Μονάδα	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
M.O.	5.2	105	64	27	4.3	69	51	45	2.0	38	33	61	1.7	46	23	49	23	17	66
S.D.	1.0	20	30	10	1.3	7	21	22	0.7	15	21	24	0.6	11	10	28	6	6	28
Sum																			
Max	7.5	136	121	44	6.6	80	83	78	3.8	71	77	98	3.0	71	50	87	37	28	112
Min	4.0	65	27	8	2.4	58	25	19	1.1	18	7	28	0.9	29	10	10	16	10	31
Πλήθες	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	11	12	11	12	12	10	12	12	12
Όριο1	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180	0	0	180
Όριο2	0.0	0	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180	0	0	180
Όριο3	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360	400	500	360

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	1994 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2 1	1994 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3	1994 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. CO	1994 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. NO2	1994 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. SO2	1994 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. O3	1994 ΠΕΡΙΣΤΕΡΗ M.O. CO	1994 ΠΕΡΙΣΤΕΡΗ M.O. NO2	1994 ΠΕΡΙΣΤΕΡΗ M.O. SO2	1994 ΠΕΡΙΣΤΕΡΗ M.O. O3
Ιαν.	74	13	4.7	62	57	22 *(22)	2.3	54 *(20)	29	31
Φεβ.	81	19	4.6	65	69	27	2.1 *(15)	63 *(14)	26	36
Μαρ.	56	25	3.1	71	60	37	2.5	61 *(17)	36	53
Απρ.	43	29	2.6	71 *(22)	25 *(8)	46	1.8	61 *(6)	40	44 *(19)
Μαΐ.	54	38	2.5	79	32	53	2.1	76 *(13)	31	47
Ιουν.	51	38	2.8	81	35 *(13)	46	1.9	52 *(21)	24	66
Ιουλ.	36	52	3.3	80		66	2.3 *(19)	30 *(9)	18	73 *(19)
Αυγ.	38	55	3.1	78		65 *(22)	2.1 *(22)	32	22	88
Σεπτ.	52	35	3.6	86	47 *(8)	45	4.0	56	26 *(8)	67
Οκτ.	44	30	3.9 *(9)	73	24	26	4.7 *(8)	49 *(22)	18 *(21)	45
Νοε.	74	25	6.1 *(12)	73	16	26	3.4	52	30	38
Δεκ.	87	17	4.2 *(19)	76 *(11)	62 *(21)	40 *(14)	4.2 *(19)	75	49	27
Μονάδα	µg/m³	µg/m³	mg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	mg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
M.O.	58	31	3.7	75	43	42	2.8	55	29	51
S.D.	17	12	1.0	7	18	14	1.0	13	9	18
Sum										
Max	87	55	6.1	86	69	66	4.7	76	49	88
Min	36	13	2.5	62	16	22	1.8	30	18	27
Πληθυσμός	12	12	12	12	10	12	12	12	12	12
Όριο1	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο2	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο3	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360

55

Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ
ΓΕΝ. Δ/ΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Δ/ΝΣΗ Ε.Α.Ρ.Θ.
ΤΜΗΜΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.)

Μήνας	1994 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. NO2	1994 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. SO2	1994 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. O3	1994 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. CO ✓	1994 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. NO2	1994 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. O3	1994 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. CO ✓	1994 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. NO2	1994 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. SO2	1994 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. O3	1994 ΠΑΤΗΣΙΩΝ Μ.Ο. CO ✓	1994 ΠΑΤΗΣΙΩΝ Μ.Ο. NO2
Ιαν.	34	26	32	2.2	50	44 *(19)	2.3	51	54	27	6.2	86
Φεβ.	29	21	40	1.0	40 *(19)	42 *(19)	2.0	56	48 *(22)	34 *(11)	5.0	87
Μαρ.	33	23	54	1.2	23	59	1.0	56	21	51	5.2	106
Απρ.	31	24	68	1.0	22 *(22)	44 *(8)	1.8	45	23 *(21)	71	5.5	120
Μαΐ.	32	19	82	1.1	13 *(10)	61	2.0	55	26	67	5.4	128
Ιουν.	25	17	87	0.7 *(12)		90	1.5	40	36	71	4.8	109
Ιουλ.	20	16	96	1.1	13 *(14)	79	1.4	42	19	80	4.1	105
Αυγ.	24 *(22)	16	97	0.7	24	74	1.5	41	23 *(22)	83	3.8	98
Σεπτ.	33	23	75	1.2	39	66	1.9	58	45	58	6.1	122
Οκτ.	28	16	45	0.7	28	62	2.5 *(16)	70 *(10)	43 *(16)	35 *(16)	5.7	96
Νοε.	32	24	38		42	49	2.8	58 *(12)	73	32	6.0	88
Δεκ.	33	38	26		50	39	3.9	51	91	23	6.9	88
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3
M.O.	30	22	62	1.1	31	59	2.0	52	42	53	5.4	103
S.D.	4	6	25	0.4	13	16	0.7	8	21	21	0.8	14
Sum												
Max	34	38	97	2.2	50	90	3.9	70	91	83	6.9	128
Min	20	16	26	0.7	13	39	1.0	40	19	23	3.8	86
Πλήθος	12	12	12	10	11	12	12	12	12	12	12	12
Όριο1	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο2	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο3	400	500	360	0.0	400	360	0.0	400	500	360	0.0	400

96

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	1995 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2	1995 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3	1995 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - ✓ 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. CO	1995 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. NO2	1995 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. SO2	1995 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. O3	1995 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ [*] M.O. CO	1995 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ [*] M.O. NO2	1995 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ [*] M.O. SO2	1995 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ [*] M.O. O3
Ιαν.	67	16	3.4 *(22)	59 *(14)	61 *(20)	31	2.8	69	38	31
Φεβ.	67	14	3.2 *(18)	68	45	28 *(18)	2.6	70	32 *(21)	36
Μαρ.	44	20	2.4	61	35	47	1.7 *(17)	61	22 *(22)	46
Απρ.	44	24	2.1 *(21)	76 *(20)	43 *(20)	69 *(20)	1.6	66	21	60
Μαΐ.	41	30	2.0	70	33	72	1.6	67 *(19)	17	67
Ιουν.	49	28	1.9	70	43	61	1.7	65 *(18)	27	70
Ιουλ.	26	49	2.5 *(13)	79 *(20)	34	66	1.0	31	14	110
Αυγ.	28	37	1.9	52	32	68 *(22)	0.9	35	10	92
Σεπτ.	27	26	2.5 *(22)	56	33	50	1.8	50	15	52
Οκτ.	30	29	2.8	67	34	33	1.9	47	20	51
Νοέ.	55	15	2.8 *(21)	54 *(17)	26 *(19)	27 *(20)	3.2	57	32	40
Δεκ.	58	16	3.7 *(17)	66 *(17)	37 *(17)	31 *(17)	2.8	54	27	36
Μονάδα	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
M.O.	45	25	2.6	65	38	49	2.0	56	23	58
S.D.	14	10	0.6	8	9	17	0.7	13	8	23
Sum										
Max	67	49	3.7	79	61	72	3.2	70	38	110
Min	26	14	1.9	52	26	27	0.9	31	10	31
Πλήθος	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Όριο1	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο2	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο3	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360

67

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.)

Μήνας	1996 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2	1996 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3	1996 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. CO	1996 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. NO2	1996 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. SO2	1996 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. O3	1996 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ⁸⁶ M.O. CO	1996 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ⁸⁶ M.O. NO2	1996 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ⁸⁶ M.O. SO2	1996 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ⁸⁶ M.O. O3
Ιαν.	54	22	3.5	54	45	30	2.0	48	31	48
Φεβ.	61	28	3.2	59 *(22)	45	36	1.7	53	29	46
Μαρ.	51	34	2.9	63	41	39	1.1	36	18	46
Απρ.	39	30	1.1	62	36	60	1.5	79 *(9)	16	58
Μαΐ.	41	25	0.8	63	47	56	1.8	74	25	52
Ιουν.	17	41	1.5	65	35	61	1.3	47	20	80
Ιουλ.	32	47	1.7	72 *(11)	41	57	1.4	48	21	90
Αυγ.	29	41	1.4	62 *(13)	35	62	0.8	25	11	89
Σεπτ.	39	20	1.4	51	29	57	1.7	55 *(14)	11	51
Οκτ.	31	23	2.9	59	37	33	2.3		13	34
Νοε.	40	16	2.9	62	38	41	2.2	40 *(12)	16	25
Δεκ.	45	12	3.8	60	52	29	3.0	66	14	17
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
M.O.	40	28	2.3	61	40	47	1.7	52	19	53
S.D.	11	10	1.0	5	6	13	0.6	15	6	22
Sum										
Max	61	47	3.8	72	52	62	3.0	79	31	90
Min	17	12	0.8	51	29	29	0.8	25	11	17
Πλήθος	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12
Όριο1	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο2	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο3	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις()

Μήνας	✓ 1995 ΛΙΟΣΙΑ M.O. NO2	1995 ΛΙΟΣΙΑ M.O. SO2	1995 ΛΙΟΣΙΑ M.O. O3	✓ 1995 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ M.O. CO	1995 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ M.O. NO2	1995 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ M.O. O3	1995 NEA ΣΜΥΡΝΗ M.O. CO	1995 NEA ΣΜΥΡΝΗ M.O. NO2	1995 NEA ΣΜΥΡΝΗ M.O. SO2	1995 NEA ΣΜΥΡΝΗ M.O. O3	1995 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. CO	1995 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. NO2
Ιαν.	34	35	41	3.1 *(20)	46	41	4.6 *(17)	54	79	27	5.6	88
Φεβ.	41	33	47	3.3	48	44	2.9	64	42	37 *(20)	6.1	109
Μαρ.	27	15	64	2.0 *(11)	33	61	2.3	47	21	58	4.7	92
Απρ.	32	25	71	1.4 *(13)	39	64	2.3	46	19	69	4.7 *(18)	100
Μai.	34	17	77	1.3 *(19)	43	58 *(4)	1.4	52	20	68	4.2	104
Ιουν.	42 *(8)	29 *(19)	97 *(16)	0.9	34 *(14)	73	1.7	49	24	71	5.5	124
Ιουλ.		17	101 *(22)	0.8	31 *(22)	90	1.4	42	19	77	3.2	83
Αυγ.	30 *(16)	11	82	0.5	37	73	1.2	38	21	68	3.4	89
Σεπτ.	34	13	62	0.6	37	61	1.5	46	31	52	5.3 *(19)	104
Οκτ.	32	11	47	0.7	22	58	1.8	47 *(9)	36	44	5.9	84
Νοε.	42 *(18)	20	36 *(15)	1.2	29	33	2.1	44	65	30	6.7	90
Δεκ.	34	18	30	1.1	28	29	2.7	42	59	21	6.4 *(22)	75
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3
M.O.	35	20	63	1.4	36	57	2.2	48	36	52	5.1	95
S.D.	5	8	22	0.9	7	17	0.9	6	20	19	1.1	13
Sum												
Max	42	35	101	3.3	48	90	4.6	64	79	77	6.7	124
Min	27	11	30	0.5	22	29	1.2	38	19	21	3.2	75
Πλήθος	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Όριο1	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο2	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο3	400	500	360	0.0	400	360	0.0	400	500	360	0.0	400

Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ

ΓΕΝ. Δ/ΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Δ/ΝΣΗ Ε.Α.Ρ.Θ.

ΤΜΗΜΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις()

Μήνας	1996 ΛΙΟΣΙΑ M.O. NO2	1996 ΛΙΟΣΙΑ M.O. SO2	1996 ΛΙΟΣΙΑ M.O. O3	1996 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ M.O. CO	1996 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ M.O. NO2	1996 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ M.O. O3	1996 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ M.O. CO	1996 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ M.O. NO2	1996 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ M.O. SO2	1996 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ M.O. O3	1996 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. CO	1996 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. NO2
Ιαν.		17 *(7)	36	0.7	31 *(20)	41	1.8	43	47	29	4.4	65
Φεβ.		12	36	1.3	25 *(11)	52	2.2 *(19)	47 *(19)	57 *(19)	27 *(19)	5.2	80
Μαρ.		15	73	1.2	25	70	1.3 *(18)	60 *(19)	54 *(9)	35 *(19)	3.9	78
Απρ.		7 *(22)	78 *(19)	1.1	29	72	1.5	56 *(20)	20 *(21)	55	4.4	113
Μαΐ.		27 *(13)	84 *(21)	0.7	41	76	1.6	60	37	54	5.1	113
Ιουν.		20 *(19)	89 *(19)	0.8	28	92	1.5	46	41	70	4.0	110
Ιουλ.		31 *(11)	104 *(11)	0.7	28	98	1.1	46 *(22)	30	81	3.6	110
Αυγ.		7	94	0.6	18	83	1.3	38	34	81	3.4	95
Σεπτ.		14	62	0.8	34	60	1.4	34	16	60	5.1	107
Οκτ.		15	38	0.9	36	33	2.2	60	49	31	5.2	93
Νοε.		25	33	1.8	46	24	2.6	47	58	30	7.1	102
Δεκ.		27	21	2.4	43	10	2.7	53	48	18	6.8	82
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3
M.O.		18	62		1.1	32	59	1.8	49	41	48	4.8
S.D.		8	27		0.5	8	27	0.5	8	13	21	1.1
Sum												
Max		31	104		2.4	46	98	2.7	60	58	81	7.1
Min		7	21		0.6	18	10	1.1	34	16	18	3.4
Πλήθος	0	12	12		12	12	12	12	12	12	12	12
Όριο1	0	0	180		0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0
Όριο2	0	0	180		0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0
Όριο3	400	500	360		0.0	400	360	0.0	400	500	360	0.0

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	1997 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2	1997 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3	1997 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. CO	1997 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΘΕΑΤΡ.) M.O. NO2	1997 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΘΕΑΤΡ.) M.O. SO2	1997 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. O3	1997 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ¹ M.O. CO	1997 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ¹ M.O. NO2	1997 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ¹ M.O. SO2	1997 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ¹ M.O. O3
Ιαν.	63	19	3.5	66	58	37	2.6	43 *(18)	22	27
Φεβ.	57 *(17)	19	3.1	68	60	42	3.1	45 *(15)	27	37
Μαρ.	39	31	2.1	69	47	54	2.0		17	57
Απρ.	32	21	1.9	57	28	50	1.4	51 *(19)	10	52
Μai.	28	33	1.9	67	33	54	1.7	70	21	69 *(18)
Ιουν.	30	27	1.5	67	39	70	2.3	65	21	62
Ιουλ.	29	35	1.4	67	32	76	1.8 *(10)	66 *(17)	34 *(19)	60 *(10)
Αυγ.	19	39	1.2	57	23	72	1.8	30	10	77
Σεπτ.	27	27	2.4	61	31	62	1.3	55	15	75
Οκτ.	22	23	2.3	61	27	45	1.8 *(17)	57	13	45
Νοε.	41	13	3.0	66	38	26	1.4 *(12)	57	17	29
Δεκ.	50	11	3.6	64	48	32	2.4	46	22	24
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
M.O.	36	25	2.3	64	39	52	2.0	53	19	51
S.D.	13	8	0.8	4	12	15	0.5	11	7	18
Sum										
Max	63	39	3.6	69	60	76	3.1	70	34	77
Min	19	11	1.2	57	23	26	1.3	30	10	24
Πλήθος	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12
Όριο1	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο2	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο3	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360

Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ
 ΓΕΝ. Δ/ΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
 Δ/ΝΣΗ Ε.Α.Ρ.Ο.
 ΤΜΗΜΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	1997 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. NO2	1997 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. SO2	1997 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. O3	1997 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. CO	1997 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. NO2	1997 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. O3	1997 NEA ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. CO	1997 NEA ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. NO2	1997 NEA ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. SO2	1997 NEA ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. O3	1997 ΠΑΤΗΣΙΩΝ Μ.Ο. CO	1997 ΠΑΤΗΣΙΩΝ Μ.Ο. NO2
Ιαν.	31	25	26	2.1	43	19	2.6	71	49	21	7.4	86
Φεβ.	34 *(15)	46 *(21)	33	2.0	50	21 *(18)	2.1	57 *(21)	42	28	7.3	102
Μαρ.				1.3	19	55	1.7	49	36	64	4.1	85
Απρ.				1.0	23	50	1.5	48	28	80	4.5	97
Μαΐ.				0.7	26	67	1.6	50	36	95	4.9	116
Ιουν.				1.0	46	62	1.2	53	24	95 *(22)	5.6	117
Ιουλ.				1.0	37	68	1.6	41	11	91	5.1	99
Αυγ.	8 *(17)	70 *(17)	0.2	16	52	0.8	36	10	83	2.8	80	
Σεπτ.	11	9	63	0.2 *(22)	24	48	0.9	44	14	61	4.3	86
Οκτ.	17 *(10)	11 *(17)	48 *(17)	1.1	31	40	1.8	49	11	28	6.7	98
Νοε.	23 *(15)		38 *(15)	1.3 *(19)	37	26	2.4	55	20	30	6.2	84
Δεκ.	28 *(16)	10 *(17)		1.9	35	19	2.5	55	30	40	5.6	86
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3
M.O.	24	18	46	1.1	32	44	1.7	51	26	60	5.4	95
S.D.	8	14	16	0.6	10	18	0.6	8	13	28	1.3	12
Sum												
Max	34	46	70	2.1	50	68	2.6	71	49	95	7.4	117
Min	11	8	26	0.2	16	19	0.8	36	10	21	2.8	80
Πλήθος	6	6	6	0.0	12	12	12	12	12	12	12	12
Όριο1	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο2	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο3	400	500	360	0.0	400	360	0.0	400	500	360	0.0	400

Συνδιασμός στοιχείων στις Επίστεις εμφανίσεις.)

Μήνας	1998 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2	1998 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3	1998 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. CO	1998 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. NO2	1998 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. SO2	1998 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. O3	1998 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. CO	1998 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. NO2	1998 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. SO2	1998 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. O3
Ιαν.	62	22	4.0	66	53	36	2.7	36 *(13)	26	21
Φεβ.	58	17	3.3	69	52	48	2.6 *(21)	28 *(11)	31	40 *(18)
Μαρ.	41	23	2.5	61	49	49	1.8 *(14)	71	19	48
Απρ.	36	22	1.5	66	46	65	1.6 *(22)	69	22	50
Μαΐ.	31	22	1.5	68	41	68	1.5	60 *(17)	18	52 *(22)
Ιουν.	35	34	1.8	76	77	81		62 *(14)	25	
Ιουλ.	35	42	1.7	71	49	81		88 *(8)	15 *(14)	
Αυγ.	21	48	1.7 *(7)	58 *(7)	28 *(7)					
Σεπτ.	24	27	2.0	71	21	63				
Οκτ.	25	18	2.1	69	27	48		76 *(6)	10 *(8)	
Νοε.	29	12	2.9 *(22)	67	25	33	1.9 *(14)	60	12	27
Δεκ.	46	14	4.3 *(22)	72	31	31	2.5	47	19	29
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
M.O.	37	25	2.4	68	42	55	2.1	60	20	38
S.D.	12	11	0.9	5	15	17	0.5	17	6	12
Sum										
Max	62	48	4.3	76	77	81	2.7	88	31	52
Min	21	12	1.5	58	21	31	1.5	28	10	21
Πλήθος	12	12	12	12	12	11	7	10	10	7
Όριο1	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο2	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο3	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.)

Μήνας	1999 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2	1999 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3	1999 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. CO	1999 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. NO2	1999 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. SO2	1999 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. O3	1999 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ¹ M.O. CO	1999 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ¹ M.O. NO2	1999 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ¹ M.O. SO2	1999 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ¹ M.O. O3
Ιαν.	44	22	2.9 *(16)	72	35	29	2.6	59	16	33 *(13)
Φεβ.	45	35	2.3	69	35	39	1.9	72	16	41
Μαρ.	34	29	2.3 *(9)	70 *(9)	37 *(9)	40 *(9)	1.6	68	13	47
Απρ.	30	29	2.1 *(19)	72	25 *(4)	98 *(15)	1.3	73	11 *(21)	57
Μαΐ.	17	22	3.7	76	23	69	1.4 *(6)	58	12	45
Ιουν.	12	19	2.1	62	31	73 *(12)		59	17	53 *(17)
Ιουλ.	12	16	1.6 *(22)	73 *(22)	28 *(22)	72 *(20)	0.9 *(17)	46	8	56 *(5)
Αυγ.	12	13	1.5 *(21)	71	29	69	0.9 *(16)	43	16	
Σεπτ.	10	13	2.1	78 *(19)	22	59	2.4 *(19)	39	8	
Οκτ.	11	29	2.1 *(19)	64 *(17)	17 *(19)	50 *(19)	2.0	51	7	30 *(20)
Νοε.	11	24	2.3	62	25 *(22)	31	3.2 *(14)	44	6	33 *(10)
Δεκ.	20	12	4.2 *(5)	92 *(8)	34 *(15)	29 *(15)	2.5	61	12	
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
M.O.	22	22	2.4	72	28	55	1.9	56	12	44
S.D.	13	7	0.8	8	6	21	0.7	11	4	10
Sum										
Max	45	35	4.2	92	37	98	3.2	73	17	57
Min	10	12	1.5	62	17	29	0.9	39	6	30
Πλήθος	12	12	12	12	12	12	11	12	12	9
Όριο1	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο2	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο3	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360

104

Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ
 ΓΕΝ. Δ/ΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
 Δ/ΝΣΗ Ε.Α.Ρ.Ο.
 ΤΜΗΜΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	✓ 1999 ΛΙΟΣΙΑ M.O. NO2	1999 ΛΙΟΣΙΑ M.O. SO2	1999 ΛΙΟΣΙΑ M.O. O3	1999 ΑΓΚΟΒΡΥΣΗ M.O. CO	1999 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ M.O. NO2	1999 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ M.O. O3	✓ 1999 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ M.O. CO	1999 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ M.O. NO2	1999 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ M.O. SO2	1999 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ M.O. O3	✓ 1999 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. CO	1999 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. NO2
Ιαν.	13 *(9)	11	37	1.6	33	38	2.1	51 *(21)	30	33	5.3	87
Φεβ.		14	47	1.0	35	50	1.8	51 *(21)	28	39	5.1 *(22)	99
Μαρ.		13	61	1.6	46	64 *(15)	1.9	67	19	43	4.9	103
Απρ.		19	69	1.7	51	77 *(4)	1.4	59	14	66	5.0	111
Μαϊ.		16 *(22)	76	1.7 *(21)	32	93 *(9)	1.7	54	12	42	4.8	106
Ιουν.		11	90	1.3	29		1.3	46	18	80 *(22)	4.3	105
Ιουλ.	13 *(15)	7	85	1.3 *(16)	20	98 *(13)	0.7	41	18	81	3.7	87
Αυγ.	15 *(14)	8	79	1.8 *(22)	28	98	1.3	45 *(20)	10	83	3.3	81
Σεπτ.				1.3	35	83	1.9	61 *(18)	12	64	4.6	89
Οκτ.				2.0 *(22)	38	72	2.2	58	10	50	5.9	73
Νοε.				0.8 *(13)	33	63		40	12	35	5.4	63
Δεκ.				1.8	53	51	2.4	52	24 *(15)	30	7.3	89
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3
M.O.	14	12	68	1.5	36	72	1.7	52	17	54	5.0	91
S.D.	1	4	17	0.3	9	19	0.5	8	7	19	1.0	14
Sum												
Max	15	19	90	2.0	53	98	2.4	67	30	83	7.3	111
Min	13	7	37	0.8	20	38	0.7	40	10	30	3.3	63
Πλήθος	3	8	8	12	12	11	11	12	12	12	12	12
Όριο1	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο2	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο3	400	500	360	0.0	400	360	0.0	400	500	360	0.0	400

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	2000 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2	2000 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3	2000 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. CO	2000 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. NO2	2000 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. SO2	2000 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. O3	2000 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. CO	2000 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. NO2	2000 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. SO2	2000 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. O3
Ιαν.	36	16	2.4		29	27		52	11	41 *(18)
Φεβ.	40	19	2.4	72 *(14)	32 *(21)	29	1.4	54	9	
Μαρ.	46	24	1.8	68	44 *(21)	43	1.7 *(20)	74	9	23 *(12)
Απρ.	37	28	1.5	80	15	47	1.4 *(22)	60	10	17
Μai.	37	34	1.6	81	21	65	1.2 *(19)	58	10	26
Ιουν.	28	45	1.5	85	23	19 *(8)	1.4	43	15	32
Ιουλ.	34	35					1.3 *(11)	45 *(12)	22 *(7)	30 *(22)
Αυγ.	27	57					0.5			39
Σεπ.	29	30						47 *(11)	9	59
Οκτ.	21 *(18)	24					1.0	48	6	50
Νοε.	25	14					1.6	48	6 *(0)	26
Δεκ.	48	14	2.7 *(20)	58 *(20)	23 *(20)	13 *(20)	1.6	41	27 *(11)	27
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
M.O.	34	28	2.0	74	27	35	1.3	52	12	34
S.D.	8	12	0.5	9	9	17	0.3	9	6	12
Sum										
Max	48	57	2.7	85	44	65	1.7	74	27	59
Min	21	14	1.5	58	15	13	0.5	41	6	17
Πλήθος	12	12	7	6	7	7	10	11	11	11
Όριο1	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο2	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο3	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	2000 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. NO2	2000 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. SO2	2000 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. O3	✓ 2000 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. CO	2000 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. NO2	2000 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. O3	2000 NEA ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. CO	2000 NEA ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. NO2	2000 NEA ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. SO2	2000 NEA ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. O3	2000 ΠΑΤΗΣΙΩΝ Μ.Ο. CO	2000 ΠΑΤΗΣΙΩΝ Μ.Ο. NO2
Ιαν.				2.1	31	74	1.7 *(20)	49	42 *(11)	43	4.7	89
Φεβ.				1.4 *(20)	34	70	1.4	48	22	56	5.0	96
Μαρ.				2.0 *(15)	43	77	1.5	54	17	54	4.8	108
Απρ.				1.8 *(18)	30	79	1.2	57	10	57	4.7	109
Μαΐ.				1.0 *(16)	38	89	1.1	62	14	67	4.8	111
Ιουν.				0.9	23	93	1.0	48 *(22)	13	78	3.3	98
Ιουλ.				1.0 *(18)	33 *(22)	94	1.0	52	18	79	4.7	99
Αυγ.				1.0 *(14)	19	92	0.7	36	10	86	3.0	71
Σεπτ.				3.0 *(10)	50	39	1.8	54	16	56	5.0	105
Οκτ.				2.5 *(5)	40	59	1.7	53 *(12)	8	46	5.4	96
Νοε.				0.1 *(0)	54	39	3.1	78 *(11)	16	31	8.5	106
Δεκ.	41	17	44 *(16)	1.0 *(16)	41	35	1.6	52	31	26	5.3	78
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3
M.O.	41	17	44	1.5	36	70	1.5	54	18	57	4.9	97
S.D.	0	0	0	0.8	10	21	0.6	9	9	18	1.3	12
Sum												
Max	41	17	44	3.0	54	94	3.1	78	42	86	8.5	111
Min	41	17	44	0.1	19	35	0.7	36	8	26	3.0	71
Πλήθος	1	1	1	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Όριο1	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο2	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο3	400	500	360	0.0	400	360	0.0	400	500	360	0.0	400

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	2001 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2	2001 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3	2001 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. CO	2001 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. NO2	2001 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. SO2	2001 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΟΕΑΤΡ.) M.O. O3	2001 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. CO	2001 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. NO2	2001 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. SO2	2001 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ M.O. O3
Ιαν.	30	12	2.4	64	26		1.0	42	26	29
Φεβ.	37	14	2.0	68	24		1.1	47	29	40
Μαρ.	28	13	1.6 *(18)	68 *(18)	17 *(18)		0.9	48	17	49
Απρ.	21	22	1.3 *(19)	74 *(19)	16 *(19)		0.7	37	14	71
Μαϊ.	18	27	1.3	71	14		0.7	43	16	73
Ιουν.	21	22	1.1	75	19		0.5 *(20)	38 *(20)	13 *(20)	87 *(20)
Ιουλ.	17	30	1.2	75	16		0.6	37	14	83
Αυγ.	13	47	1.3 *(18)	74 *(18)	10 *(18)		0.4 *(18)	23 *(18)	11 *(18)	93 *(18)
Σεπτ.	16	17	1.2	56	4		0.6	36	14	61
Οκτ.	14	17	1.9	75	5	47 *(12)	0.8	40	9	58
Νοε.	32	9	2.2	63	30	23	1.3	43	17	29
Δεκ.	39	7	2.4	55	38	15	1.0 *(21)	41 *(21)	31 *(21)	28 *(21)
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
M.O.	24	20	1.7	68	18	28	0.8	40	18	58
S.D.	9	11	0.5	7	10	14	0.3	6	7	23
Sum										
Max	39	47	2.4	75	38	47	1.3	48	31	93
Min	13	7	1.1	55	4	15	0.4	23	9	28
Πλήθος	12	12	12	12	12	3	12	12	12	12
Όριο1	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο2	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο3	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360

108

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.)

Μήνας	2001 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. NO2	2001 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. SO2	2001 ΛΙΟΣΙΑ Μ.Ο. O3	2001 ΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. CO	2001 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. NO2	2001 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Μ.Ο. O3	2001 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. CO	2001 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. NO2	2001 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. SO2	2001 ΝΕΑ ΣΜΥΡΝΗ Μ.Ο. O3	2001 ΠΑΤΗΣΙΩΝ Μ.Ο. CO	2001 ΠΑΤΗΣΙΩΝ Μ.Ο. NO2
Ιαν.	33	17	43	0.8	33	31	1.2	44	24	26	3.8	75
Φεβ.	35	23	51	0.8	40	35	1.2	50	26	43	3.8	89
Μαρ.	59	30	72 * (13)	0.7	53	41	1.0	48	13	54	4.1	102
Απρ.	37	15	81	0.6	40	64	0.7	41	11	72	3.4	99
Μαΐ.	39	23	70	0.4	37	64	0.7	46	10	76	3.5	109
Ιουν.	35	18	76	0.3	33	73	0.6	41	11	86	3.4	116
Ιουλ.	35	17	94	0.3	36	94	0.5	43	8	81	3.3	112
Αυγ.	23	14	94	0.3	24	84	0.5	39	7	90	2.3	92
Σεπτ.	40	14	61	0.4	43	53	0.6	44	6	59	3.8	112
Οκτ.	39	8	67	0.5	36	55	1.0	48	7	53	3.5	93
Νοε.	45	12	33	0.7	42	31	1.4	47	9	32	4.4	82
Δεκ.	35	16	38	0.6	34	36	1.2	48	17	21	3.3	63
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3
M.O.	38	17	65	0.5	38	55	0.9	45	12	58	3.5	95
S.D.	8	6	20	0.2	7	20	0.3	3	6	23	0.5	16
Sum												
Max	59	30	94	0.8	53	94	1.4	50	26	90	4.4	116
Min	23	8	33	0.3	24	31	0.5	39	6	21	2.3	63
Πλήθος	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Όριο1	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο2	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο3	400	500	360	0.0	400	360	0.0	400	500	360	0.0	400

601

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	2002 ΛΙΟΣΙΑ M.O. NO2	2002 ΛΙΟΣΙΑ M.O. SO2	2002 ΛΙΟΣΙΑ M.O. O3	2002 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ M.O. CO	2002 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ M.O. NO2	2002 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ M.O. O3	2002 NEA ΣΜΥΡΝΗ M.O. CO	2002 NEA ΣΜΥΡΝΗ M.O. NO2	2002 NEA ΣΜΥΡΝΗ M.O. SO2	2002 NEA ΣΜΥΡΝΗ M.O. O3	2002 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. CO	2002 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. NO2
Ιαν.	53	26	33	0.8	46	36	1.5	61	25	26	3.6	75
Φεβ.	61	25	32	0.8	53	38	1.3	58	14	37	3.7	89
Μαρ.	47	23	53	0.5	46	50	1.0	49	14	55	3.3	94
Απρ.	40	18	68	0.4	39	67	0.8	50	17	77	3.0	100
Μαΐ.	37	16	81	0.3	32	87	0.6	41	12	100	2.4	88
Ιουν.	28	10	107	0.2	27	91	0.5	31	8	97 *(19)	2.4	99
Ιουλ.	33	8	116	0.2	27	88	0.6	34	13	102	2.7	104
Αυγ.	23	4	117	0.2	26 *(10)	86	0.5	30	9	108	2.4	93
Σεπτ.	42	5	58	0.6	38	52	1.1	53	7	66	3.9	101
Οκτ.	45	10	45	0.8	38	44	1.1	49	6	58	4.0	93
Νοέ.	53	15	25	1.1	39	28	1.9	65	15	30	4.7	93
Δεκ.	39	11	33	0.8	31	31	1.1 *(4)	42 *(4)	10 *(4)	48 *(4)	3.3	75
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3
M.O.	42	14	64	0.6	37	58	1.0	47	13	67	3.3	92
S.D.	10	7	32	0.3	8	23	0.4	11	5	28	0.7	9
Sum												
Max	61	26	117	1.1	53	91	1.9	65	25	108	4.7	104
Min	23	4	25	0.2	26	28	0.5	30	6	26	2.4	75
Πλήθος	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Όριο1	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο2	0	0	180	0.0	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0
Όριο3	400	500	360	0.0	400	360	0.0	400	500	360	0.0	400

Συνδιασμός στοιχείων στις Ετήσιες εμφανίσεις.()

Μήνας	2002 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. SO2	2002 ΠΑΤΗΣΙΩΝ M.O. O3	2002 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΘΕΑΤΡ.) M.O. CO	2002 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΘΕΑΤΡ.) M.O. NO2	2002 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΘΕΑΤΡ.) M.O. SO2	2002 ΠΕΙΡΑΙΑΣ - 1 (ΠΛ. ΔΗΜ. ΘΕΑΤΡ.) M.O. O3	2002 ΠΕΙΡΑΙΑΣ M.O. CO	2002 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ¹ M.O. NO2	2002 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ¹ M.O. SO2	2002 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ¹ M.O. O3
Ιαν.	54 *(21)	8	2.4	73	53	18	1.6	58	37	23
Φεβ.	47	8	1.9	75	40	25	1.2	52	26	32
Μαρ.	30	15	1.6	65	27	33				
Απρ.	31	15	1.5	72	24	40	0.9 *(5)	51 *(5)	10 *(5)	50 *(5)
Μai.	26	29	1.1	71	24 *(9)	41	0.5	30	6	61
Ιουν.	19	34	1.1	64	17	61	0.5	30	4	59
Ιουλ.	19	26	1.0	68	26	74	0.5	39	8	78
Αυγ.	3	36	0.9	57	22	75	0.4	24	7	94
Σεπτ.	9	15	1.5	54	14	55	0.8 *(15)	48 *(11)	4 *(15)	68 *(15)
Οκτ.	22	22	1.7	63	18	36	0.8 *(17)	48 *(17)	6 *(17)	44 *(17)
Νοε.	38	7	2.2 *(15)	50 *(15)	20 *(15)	22 *(14)	1.4	57	13	24
Δεκ.	48	9	2.2	61	26	28	1.0	45	18	28
Μονάδα	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	mg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
M.O.	29	19	1.6	64	26	42	0.9	44	13	51
S.D.	15	10	0.5	8	10	19	0.4	11	10	22
Sum										
Max	54	36	2.4	75	53	75	1.6	58	37	94
Min	3	7	0.9	50	14	18	0.4	24	4	23
Πλήθος	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11
Όριο1	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο2	0	180	0.0	0	0	180	0.0	0	0	180
Όριο3	500	360	0.0	400	500	360	0.0	400	500	360

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Brockwell J. Peter. (1996). *Introduction to time Series and Forecasting*; Springer, New York

Makridakis, S. Wheelwright, S.C and Hyndman R.J. (1998). *Forecasting Methods and Applications* (3rd edition), John Wiley and Sons, New York

Ευθυμιόπουλος Η. (1996). *Τα 'Όρια των Ορίων*, Ελληνικό γραφείο της Greenpeace, Αθήνα

Κατσουγιάννη Κ. (1997). Νέφος και Υγεία , *Νέα Οικολογία*, 156, σελ.10

Κυρκίτσος Φ.(1998). *Η ατμοσφαιρική ρύπανση στην Ελλάδα*, Ελληνικό γραφείο της Greenpeace, Αθήνα.

Πανάρετου Ι. & Ε. Ξεκαλάκη (1998). *Εισαγωγή στη Στατιστική Σκέψη*, Αθήνα

Πανάρετου Ι. (1997). *Γραμμικά μοντέλα με έμφαση στις εφαρμογές*, Αθήνα

Τζωρτζόπουλος Α.Π. (1980). *Ανάλυση Χρονολογικών σειρών*, Αθήνα

Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ (2002). *Η ατμοσφαιρική ρύπανση στην Αθήνα-2001*. ΥΠΕΧΩΔΕ, Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος, Δ/νση Ε.Α.Ρ.Θ- Τμήμα Ποιότητας της Ατμόσφαιρας- Ιούνιος 2002



Δωρεά

